

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4364253号
(P4364253)

(45) 発行日 平成21年11月11日(2009.11.11)

(24) 登録日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/768 (2006.01)	HO 1 L 21/90 B
HO 1 L 23/522 (2006.01)	HO 1 L 21/88 M
HO 1 L 21/3205 (2006.01)	
HO 1 L 23/52 (2006.01)	

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-99542 (P2007-99542)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成19年4月5日(2007.4.5)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2008-258433 (P2008-258433A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年10月23日(2008.10.23)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成19年4月5日(2007.4.5)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
(出願人による申告)平成18年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「次世代半導体材料・プロセス基盤(MIRAI)プロジェクト」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願。		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配線、電子装置及び電子装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1導電膜に一端を接続し、前記第1導電膜と離間した第2導電膜に他端を接続する束状のカーボンナノチューブからなる複数の導電部材と、

前記導電部材の間に分散されたダイヤモンド結晶構造を有する炭素粒子

とを備えることを特徴とする配線。

【請求項2】

前記導電部材と前記炭素粒子が、炭素又は炭素を含む結合部により化学的に結合されていることを特徴とする請求項1に記載の配線。

【請求項3】

前記導電部材と前記炭素粒子が、電気的に接続されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の配線。

【請求項4】

前記炭素粒子が、前記ダイヤモンド結晶構造を核として該核の表面に導電性炭素膜を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の配線。

【請求項5】

前記炭素粒子が、前記導電部材の平均直径以下の平均粒径を有することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の配線。

【請求項6】

基板の上に設けられた第1導電膜と、

前記第1導電膜に一端を接続する束状のカーボンナノチューブからなる複数の導電部材、及び前記導電部材の間に分散されたダイヤモンド結晶構造を有する炭素粒子とを含む配線と、

前記複数の導電部材の他端に接続され、前記第1導電膜と離間した第2導電膜とを備えることを特徴とする電子装置。

【請求項7】

前記第1及び第2導電膜の間に形成され、前記配線が配置された貫通孔を有する層間絶縁膜を更に備えることを特徴とする請求項6に記載の電子装置。

【請求項8】

基板の上に第1導電膜を形成する工程と、

前記第1導電膜に一端が接続するように束状のカーボンナノチューブからなる複数の導電部材を堆積する工程と、

ダイヤモンド結晶構造を有する炭素粒子を分散させたコロイドを前記導電部材に含浸させる工程と、

前記コロイドを乾燥させて、前記導電部材の間に前記炭素粒子を分散させる工程と、

前記導電部材の他端に接続するように第2導電膜を形成する工程

とを含むことを特徴とする電子装置の製造方法。

【請求項9】

前記コロイドを乾燥する前に、前記炭素粒子の表面に炭素を含む修飾基を修飾する工程を更に含むことを特徴とする請求項8に記載の電子装置の製造方法。

【請求項10】

前記コロイドの乾燥後、少なくとも紫外線及び電子ビームのうちの一方を印加する工程を更に含むことを特徴とする請求項8又は9に記載の電子装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カーボンナノチューブを用いる配線、電子装置及び電子装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

大規模集積回路(LSI)等の半導体装置は、ムーアの法則や半導体ロードマップが示すように、年々、高集積化・微細化が進んでおり、それに伴って半導体装置の配線にも微細寸法化が求められている。アルミニウム(Al)に始まった配線材料は、微細化に伴う電流密度の増大要求から、銅(Cu)に置き換えられている。現在は、Cuをベースにしたさまざまな技術革新によって、微細化に対応している。

【0003】

しかし、ハーフピッチ(hp)32nm技術ノードでは、Cuのもつ材料限界を超える高電流密度が要求されている。そのため、Cuに代わる新しい配線材料・技術が求められている。これに答える配線技術候補として、カーボンナノチューブ束を用いた配線構造が提案され、開発が行われている。

【0004】

カーボンナノチューブは、通常の金属配線材料と比べて低抵抗で、高い熱伝導率を有する。したがって、カーボンナノチューブは、同じ断面積あたりでCu等の低抵抗金属の1000倍というきわめて高い電流密度耐性を持つと報告されている。また、カーボンナノチューブの構造強度から、原子のマイグレーションによる性能劣化が生じにくいとの予測がなされている。このため、カーボンナノチューブを束状に形成して、カーボンナノチューブ束を配線とすることで、高い電流密度が期待できる。

【0005】

しかし、一方で、カーボンナノチューブ束をhp32nm技術ノードに要求される微細な寸法で高密度に成長させることは困難を伴う。そのため、触媒金属の分散やサイズ制御

10

20

30

40

50

との兼ね合いから、カーボンナノチューブ束は、最密充填には至らない低密度で成長される。このような低密度のカーボンナノチューブ束の構造では、配線層間のプラグとしての機械的強度を減じてしまう可能性がある。また、配線抵抗が増大する。

【0006】

配線材料として金属とカーボンナノチューブの混合体を用いる配線構造が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。提案された配線構造により、配線抵抗を低減し、金属のマイグレーションを抑制することができる。しかし、配線構造に含まれる金属のマイグレーションを完全に抑制することは困難である。即ち、微細化が進み電流密度が更に増大すれば、金属のマイグレーションによる配線構造の性能劣化が無視できなくなる。

【0007】

また、カーボンナノチューブの間に金属内包フラーレンのように全体として金属的性質を示す構造体を配置する配線構造が提案されている（例えば、特許文献2参照。）。三次元的な構造のフラーレンは、カーボンナノチューブに比べ熱伝導率が小さい。そのため、局所的な温度上昇により配線構造の部分破断が発生しやすく、配線抵抗の増加を招いてしまう。

【特許文献1】国際公開第2004/051726号パンフレット

【特許文献2】特開2002-329723号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、性能劣化を抑制することが可能な高信頼性の配線、電子装置及び電子装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の態様によれば、(イ)第1導電膜に一端を接続し、第1導電膜と離間した第2導電膜に他端を接続する束状のカーボンナノチューブからなる複数の導電部材と、(ロ)導電部材の間に分散されたダイヤモンド結晶構造を有する炭素粒子とを備える配線が提供される。

【0010】

本発明の第2の態様によれば、(イ)基板の上に設けられた第1導電膜と、(ロ)第1導電膜に一端を接続する束状のカーボンナノチューブからなる複数の導電部材、及び導電部材の間に分散されたダイヤモンド結晶構造を有する炭素粒子とを含む配線と、(ハ)複数の導電部材の他端に接続され、第1導電膜と離間した第2導電膜とを備える電子装置が提供される。

【0011】

本発明の第3の態様によれば、(イ)基板の上に第1導電膜を形成する工程と、(ロ)第1導電膜に一端が接続するように束状のカーボンナノチューブからなる複数の導電部材を堆積する工程と、(ハ)ダイヤモンド結晶構造を有する炭素粒子を分散させたコロイドを導電部材に含浸させる工程と、(ニ)コロイドを乾燥させて、導電部材の間に炭素粒子を分散させる工程と、(ホ)導電部材の他端に接続するように第2導電膜を形成する工程とを含む電子装置の製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、性能劣化を抑制することが可能な高信頼性の配線、電子装置及び電子装置の製造方法を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下図面を参照して、本発明の形態について説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留

10

20

30

40

50

意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【0014】

本発明の実施の形態に係る半導体装置等の電子装置は、図1及び図2に示すように、下地絶縁膜10上に、第1導電膜(下部導電膜)12、層間絶縁膜14、配線(プラグ)16、第2導電膜(上部導電膜)18等を備える。また、電子装置は、下地絶縁膜10の下方に、トランジスタ等が形成された基板(図示省略)を備える。下地絶縁膜10上に設けられた配線層である下部導電膜12と層間絶縁膜14上に設けられた配線層である上部導電膜18とが、プラグ16により電氣的に接続される。層間絶縁膜14は、プラグ16が配置された貫通孔15を有する。

10

【0015】

プラグ16は、束状の複数の導電部材20と、導電部材20の間に分散された炭素粒子22を含む。導電部材20の一端が、層間絶縁膜14の下に設けられた下部導電膜12に電氣的に接続される。導電部材20の他端が、層間絶縁膜14の上に設けられた上部導電膜18に電氣的に接続される。導電部材20は、下部導電膜12表面の触媒金属層24上に設けられる。

【0016】

例えば、導電部材20として、カーボンナノチューブ等の炭素細線が用いられる。図3に示すように、平均直径 D_t の導電部材20が、ピッチ P で配列される。導電部材20の平均直径 D_t は約2nm~約10nm、望ましくは約4nm~約6nmの範囲、ピッチ P は約4nm~約20nm、望ましくは約8nm~約12nmである。低抵抗化のため、導電部材20は、約 $8 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ~約 $1.2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ の範囲の面密度が望ましい。

20

【0017】

炭素粒子22として、ダイヤモンド、グラファイト等の結晶構造を有する粒子が用いられる。特に、ダイヤモンド結晶構造を有する粒子は、フラーレンに比べ強度が高く、熱伝導性に優れている。炭素粒子22の平均粒径 D_p は、導電部材20の平均直径以下が望ましい。例えば、炭素粒子22の平均粒径 D_p は、約2nm~約10nmの範囲、望ましくは約3nm~約5nmの範囲である。

30

【0018】

触媒金属層24として、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、鉄(Fe)等の金属、あるいはCo、Ni、Fe等を主成分とする合金等の金属粒子が用いられる。導電部材20であるカーボンナノチューブの直径は、触媒金属層24の金属粒子の直径で制御される。したがって、触媒金属層24に用いられる金属粒子の平均粒径は、約2nm~約10nm、望ましくは約4nm~約6nmの範囲とされる。

【0019】

また、下部導電膜12、上部導電膜18として、Cu、Al、タングステン(W)等の金属が用いられる。下地絶縁膜10、及び層間絶縁膜14として、酸化シリコン(SiO_2)膜、窒化シリコン(Si_3N_4)膜、低誘電率(low-k)絶縁膜等が用いられる。low-k絶縁膜の材料として、炭素添加酸化シリコン(SiOC)、無機スピノングラス(SOG)等の無機材料、あるいは有機SOG等の有機材料が使用できる。また、low-k絶縁膜として、無機材料膜及び有機材料膜等の積層膜を用いてもよい。

40

【0020】

図1に示した配線構造では、電流密度がより高くなるプラグ16にカーボンナノチューブ等のような導電部材20が用いられる。カーボンナノチューブは、許容電流密度がCu等の配線材に比べて約100~約1000倍大きい。即ち、カーボンナノチューブでは、炭素(C)原子が互いに強く結合しているため、断線等の性能劣化を招くマイグレーションが発生しない。また、カーボンナノチューブはほぼ一次的な構造を有し、電子が散乱されずバリスティック伝導するため、Cu等の金属材料に比べて低抵抗化が可能となる。

50

【 0 0 2 1 】

また、導電部材 2 0 としてカーボンナノチューブを用いる場合、カーボンナノチューブ間に炭素粒子 2 2 が分散されることにより、安定な機械的保持構造が形成される。また、プラグ 1 6 の構造をカーボンナノチューブ及び炭素粒子 2 2 で形成することで、熱的・化学的性質を主構造であるカーボンナノチューブと揃えることができ、製造工程等でのプラグ 1 6 の耐性を向上させることが可能となる。また、炭素粒子 2 2 としてダイヤモンド結晶構造を有する粒子を用いることで、プラグ 1 6 の構造の強度をより高くし、カーボンナノチューブ間の熱伝導を向上させることができる。その結果、プラグ 1 6 の熱的な安定性及び耐久性の向上を実現することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

図 3 に示すように、カーボンナノチューブ等の導電部材 2 0 の間に分散された炭素粒子 2 2 が、C 又は C を含む結合部 2 6 により導電部材 2 0 と化学的に結合されることが望ましい。例えば、結合部 2 6 は、炭素結合や架橋結合である。炭素粒子 2 2 及び導電部材 2 0 を結合部 2 6 により結合することにより、プラグ 1 6 の機械的強度が増加する。その結果、プラグ 1 6 の断線が抑制され、信頼性を向上させることができる。

【 0 0 2 3 】

また、炭素粒子 2 2 としてダイヤモンド粒子を用いる場合、図 4 に示すように、ダイヤモンド結晶核の表面にグラフェンやグラファイト等の sp^2 結合を持つ導電性炭素膜 2 8 を有することが望ましい。炭素粒子 2 2 表面の炭素膜 2 8 の導電性により、炭素粒子 2 2 を介した導電部材 2 0 間の電気伝導パスを付加することができる。これにより、特定の導電部材 2 0 で局所的に過大電流が生じても、導電性の炭素膜 2 8 を介して電流を分散することが可能となる。また、仮に導電部材 2 0 が切断されても、導電部材 2 0 間の炭素粒子 2 2 を介して、電流パスが確保される。その結果、導電部材 2 0 の電気伝導パスの低減を防止することができ、プラグ 1 6 の低抵抗を保持できる。更に、炭素膜 2 8 と導電部材 2 0 を C 不飽和結合を含む結合部 2 6 により結合することにより、良好な電気伝導を確保することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

このように、本発明の実施の形態では、配線構造の劣化を抑制することができ、高信頼性の半導体装置を実現することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

次に、本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法を、図 5 ~ 図 8 に示す工程断面図を用いて説明する。

【 0 0 2 6 】

(イ) まず、半導体等の基板にトランジスタ等の回路パターンが形成される。形成された回路パターンの上に、化学気相成長 (CVD) 等により、下地絶縁膜 1 0 が堆積される。

【 0 0 2 7 】

(ロ) 図 5 に示すように、蒸着、フォトリソグラフィ、及びドライエッチング等により、下地絶縁膜 1 0 上に下部配線層である下部導電膜 1 2 を形成する。下部導電膜 1 2 上に絶縁膜 (層間絶縁膜) 1 4 を堆積する。

【 0 0 2 8 】

(ハ) 図 6 に示すように、フォトリソグラフィ、ドライエッチング等により、層間絶縁膜 1 4 に貫通孔 1 5 を形成する。下部導電膜 1 2 を下地層として、貫通孔 1 5 内に露出した下部導電膜 1 2 表面に Co 等の金属粒子を堆積して触媒金属層 2 4 を形成する。金属粒子の平均直径は、例えば約 5 nm、堆積面密度は約 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ である。化学気相成長 (CVD) 等により、カーボンナノチューブ等の導電部材 2 0 を層間絶縁膜 1 4 表面のレベルを越すように貫通孔 1 5 内の触媒金属層 2 4 表面上に形成する。導電部材 2 0 の平均直径は、金属粒子の平均直径に対応して約 5 nm である。

【 0 0 2 9 】

(ニ) 図 7 に示すように、炭素粒子 2 2 を分散させたコロイド状の含浸液を貫通孔 1 5

10

20

30

40

50

に滴下して真空引きしながら導電部材 20 の間に含浸させる。含浸液を乾燥固化した後、化学機械研磨 (CMP) 等により貫通孔 15 からはみ出している導電部材 20 を除去する。このようにして、導電部材 20 の間に炭素粒子 22 を分散させたプラグ 16 が形成される。

【0030】

(ホ) 図 8 に示すように、蒸着、フォトリソグラフィ、及びドライエッチング等により、層間絶縁膜 14 及びプラグ 16 の表面上に上部配線層である上部導電膜 18 を形成する。更に、必要とされる配線層が上部導電膜 18 の上に形成され、半導体装置が製造される。

【0031】

ここで、導電部材 20 として堆積されるカーボンナノチューブは、下地の触媒金属層 24 により直径及び堆積表面密度が制御される。例えば、アブレーション等により、平均粒径が約 5 nm の Co 等の金属粒子を所望の面密度で堆積させて触媒金属層 24 を形成する。あるいは、堆積した Co 等の金属薄膜を、所定の温度で加熱して凝集させることにより触媒金属層 24 を形成してもよい。堆積した金属粒子上に選択的に平均直径が約 5 nm のカーボンナノチューブを所望の面密度で束状に成長させることができる。

【0032】

また、炭素粒子 22 を分散させたコロイド状の含浸液は以下のようにして作製される。例えば、炭素粒子 22 として、爆発法で形成されたダイヤモンド粒子を用いることができる。爆発法で得られるダイヤモンド粒子は凝集している。そのため、得られたダイヤモンド粒子を平均粒径が約 4 nm の一次粒子に分解する。なお、爆発法によるダイヤモンド粒子の表面にはアモルファス炭素層が形成されている。例えば、約 700 ~ 約 1000 の加熱処理により、図 4 に示したように、炭素粒子 22 としてのダイヤモンド粒子の表面に、導電性を示すグラフェンやグラファイト結晶構造の炭素膜 28 を形成することができる。水を主成分とする分散媒にダイヤモンド粒子を分散させ、コロイド状の含浸液を作製する。

【0033】

含浸液を貫通孔 15 に含浸させる場合、カーボンナノチューブ及びダイヤモンド粒子表面を修飾基で修飾して、含浸液が含浸しやすいように親和性を揃えることが望ましい。通常、成長後のカーボンナノチューブは疎水性であることから、ダイヤモンド粒子の表面を疎水性にすることが望ましい。この場合、ダイヤモンド粒子を水素終端処理することで安定な疎水性表面が得られる。

【0034】

また、ダイヤモンド粒子及びカーボンナノチューブそれぞれの表面にあらかじめ架橋用修飾基を導入しておき、紫外線や電子ビーム等の照射で修飾基を励起することにより、架橋結合構造を導入することができる。このような修飾基の励起方法は、すでに大規模集積回路 (LSI) 等の半導体装置の製造工程に導入されており、レジスト硬化や低誘電率絶縁層の硬化に用いられている。

【0035】

架橋の形成の一例としては、シラン処理によるアミノ基同士の結合を利用することができる。具体的には、ダイヤモンド粒子及びカーボンナノチューブそれぞれの表面をいったん酸処理などにより親水化する。これらの表面に、ガンマアミノプロピルトリエトキシシラン (- APTES) を作用させて - APTES のエトキシ基を結合させる。これにより、アミノ基が末端の残基とする修飾基が表面に形成される。修飾基のアミノ基同士をグルタルアルデヒドを介して結合させることで架橋することができる。その後、紫外線や電子ビーム等の照射により、架橋結合構造を炭化し導電性の不飽和結合を含む C 結合が形成される。

【0036】

また、ダイヤモンド粒子及びカーボンナノチューブそれぞれの表面に炭化水素基、カルボニル基、シアノ基等の修飾基を結合させてもよい。紫外線や電子ビーム等の照射により

10

20

30

40

50

、修飾基の結合を切り、相互に架橋、あるいは炭素結合させることができる。

【0037】

本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法によれば、導電部材20の間に炭素粒子22を配置することにより、安定な機械的保持構造が形成される。炭素粒子22は、導電部材20としてのカーボンナノチューブと熱的・化学的性質が近く、製造工程等への耐性を揃えることができる。また、炭素粒子22をダイヤモンド粒子とすることで、配線構造の強度をより高くすることができる。また、導電部材20間の熱伝導の向上ができ、熱的な安定性及び耐久性の向上が実現できる。

【0038】

更に、炭素粒子22としてのダイヤモンド粒子表面に sp^2 結合をもつ炭素膜28を形成することで、炭素粒子22の表面に伝導性が付与される。そのため、炭素粒子22を介した導電部材20間の電気伝導パスを付加することができる。その結果、導電部材20の束の中の特定の導電部材20で過大電流が生じてても、導電性の炭素粒子22表面を介して電流が分散され局所的な発熱による導電部材20の切断を防止することができる。仮に導電部材20が切断しても、導電部材20の間隙の炭素粒子22を介して、電流パスが確保され、切断された導電部材20の電気伝導を無駄することなく低抵抗を保持できる。

【0039】

また、導電部材20と炭素粒子22間、及び炭素粒子22間に架橋構造を設けることで、配線構造の安定性を増すことができる。更に、導電部材20と炭素粒子22間、及び炭素粒子22間に電気伝導が可能な π 不飽和結合を用いることで、構造の安定性ととも

【0040】

このように、本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法によれば、カーボンナノチューブ束配線構造において避けがたい間隙の開いたカーボンナノチューブを炭素粒子を介して相互に結合し、配線の機械的強度を上げることができる。また、熱伝導係数の大きなカーボンナノチューブ及び炭素粒子を用いているため、配線の熱伝導及び熱分散を向上させることができる。更に、局所的なカーボンナノチューブの断線等の事態にも炭素粒子を電流パスとするバイパスライン経由での電気伝導パスが確保されるため、配線の高抵抗化を防止することができる。その結果、配線構造の破壊を低減し、半導体装置の信頼性を向上させることが可能となる。

【0041】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明の実施の形態を記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者にはさまざまな代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【0042】

本発明の実施の形態においては、導電部材20としてのカーボンナノチューブを下部及び上部配線層を接続する縦方向配線のプラグ16に用いている。しかし、カーボンナノチューブは、配線層間接続用の縦方向配線に限定されない。例えば、下地層の表面に平行な横方向配線にも用いることが可能である。下地層表面に形成した垂直面に触媒金属層を堆積してカーボンナノチューブを成長させればよい。

【0043】

また、本発明の実施の形態においては、半導体装置の製造方法について説明したが、半導体装置に限定されず、液晶装置、磁気記録媒体、光記録媒体、薄膜磁気ヘッド、超伝導素子、音響電気変換素子、等の電子装置の製造方法においても、本発明が適用できることは、上記説明から容易に理解できるであろう。

【0044】

このように、本発明はここでは記載していないさまざまな実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の実施の形態に係る半導体装置の一例を示す平面概略図である。

【図2】図1に示した半導体装置のA - A断面を示す概略図である。

【図3】本発明の実施の形態の説明に用いる配線構造の一例を示す概略図である。

【図4】本発明の実施の形態の説明に用いる配線構造の一例を示す断面図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す工程断面図（その1）である。

【図6】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す工程断面図（その2）である。

10

【図7】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す工程断面図（その3）である。

【図8】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す工程断面図（その4）である。

【符号の説明】

【0046】

10 ... 下地絶縁膜

12 ... 下部導電膜（第1導電膜）

14 ... 層間絶縁膜

15 ... 貫通孔

20

16 ... プラグ（配線）

18 ... 上部導電膜（第2導電膜）

20 ... 導電部材

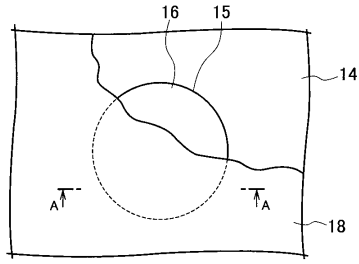
22 ... 炭素粒子

24 ... 触媒金属層

26 ... 結合部

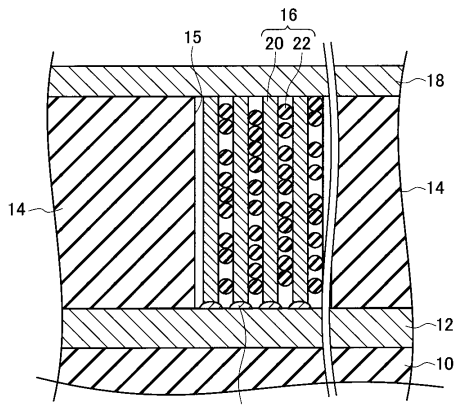
28 ... 炭素膜

【図1】



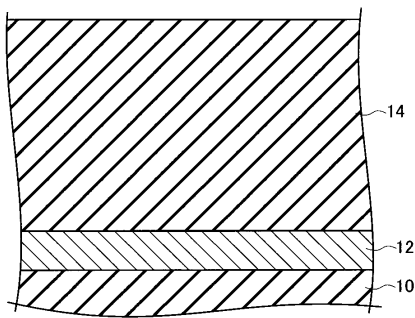
14 層間絶縁膜
 16 プラグ
 18 上部導電膜

【図2】

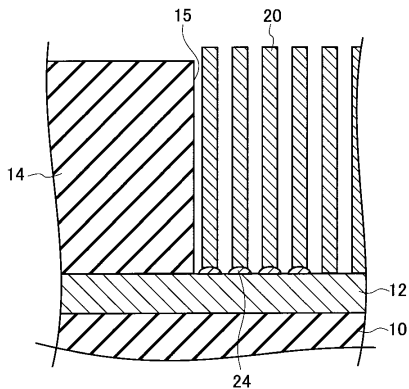


10: 下地絶縁膜
 12: 下部導電膜
 20: 導電部材
 22: 炭素粒子

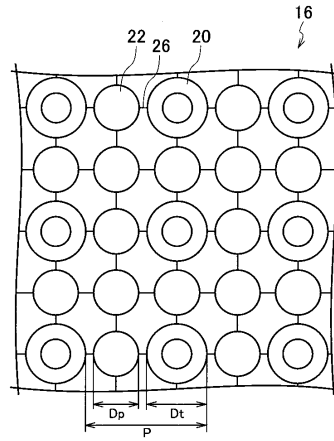
【図5】



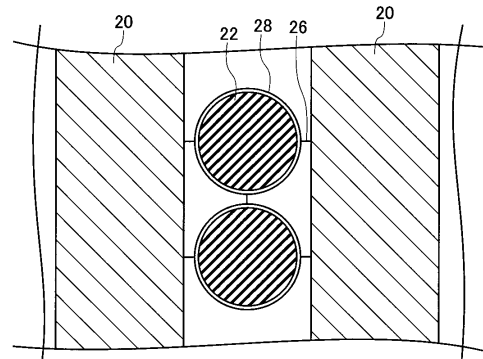
【図6】



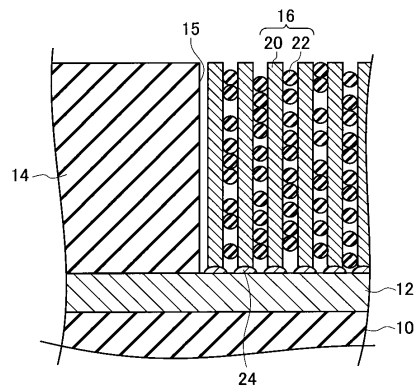
【図3】



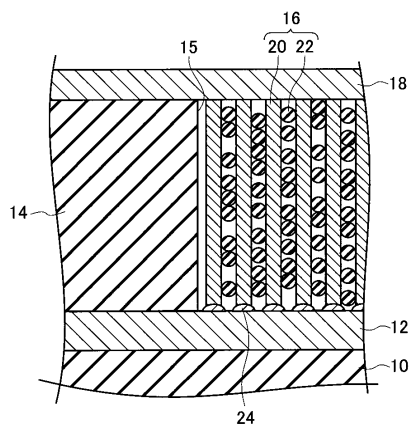
【図4】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 酒井 忠司
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 佐久間 尚志
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 片桐 雅之
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 小野 富男
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 鈴木 真理子
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 早川 朋一

- (56)参考文献 特開2003-273112(JP, A)
特開2008-091517(JP, A)
特開2002-329723(JP, A)
国際公開第2004/051726(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/768
H01L 21/3205
H01L 23/52
H01L 23/522