

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4197579号
(P4197579)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 3 C 14/34	(2006.01)	C 2 3 C	14/34 A
C 2 2 C 21/00	(2006.01)	C 2 2 C	21/00 A
H O 1 L 21/203	(2006.01)	H O 1 L	21/203 S
H O 1 L 21/285	(2006.01)	H O 1 L	21/285 S

請求項の数 20 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2000-526677 (P2000-526677)	(73) 特許権者	000003078
(86) (22) 出願日	平成10年12月24日(1998.12.24)		株式会社東芝
(86) 国際出願番号	PCT/JP1998/005856		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W01999/034028	(74) 代理人	100077849
(87) 国際公開日	平成11年7月8日(1999.7.8)		弁理士 須山 佐一
審査請求日	平成17年7月1日(2005.7.1)	(72) 発明者	渡邊 光一
(31) 優先権主張番号	特願平9-366475		日本国神奈川県横浜市港北区日吉本町4-14-1
(32) 優先日	平成9年12月24日(1997.12.24)	(72) 発明者	石上 隆
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		日本国神奈川県横浜市栄区桂町303-1-2-713
(31) 優先権主張番号	特願平10-27164	審査官	宮澤 尚之
(32) 優先日	平成10年2月9日(1998.2.9)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願平10-147996		
(32) 優先日	平成10年5月28日(1998.5.28)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパッタリングターゲットとそれを用いたA I 配線膜の製造方法および電子部品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

A 1 と金属間化合物を形成する少なくとも1種の金属間化合物形成元素を0.1~50重量%含み、残部が実質的にA 1 からなるスパッタリングターゲットであって、

前記金属間化合物形成元素は、ターゲット組織中に均一に分散しており、かつE P M A 解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分が面積比で60%未満であり、

前記ターゲット中に含まれる不純物としてのC r は、E P M A 解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が33以上の部分が面積比で60%未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項2】

A 1 と金属間化合物を形成する少なくとも1種の金属間化合物形成元素を0.1~50重量%含み、残部が実質的にA 1 からなるスパッタリングターゲットであって、

前記金属間化合物形成元素は、ターゲット組織中に均一に分散しており、かつE P M A 解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分が面積比で60%未満であり、

前記ターゲット中に含まれる不純物としてのF e は、E P M A 解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が20以上の部分が面積比で60%未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項3】

A 1 と金属間化合物を形成する少なくとも 1 種の金属間化合物形成元素を 0 . 1 ~ 5 0 重量% 含み、残部が実質的に A 1 からなるスパッタリングターゲットであって、

前記金属間化合物形成元素は、ターゲット組織中に均一に分散しており、かつ E P M A 解析のマッピングにおいて 2 0 × 2 0 μ m の測定領域内に測定感度のカウント数が 2 2 以上の部分が面積比で 6 0 % 未満であり、

前記ターゲット中に含まれる不純物としての C は、E P M A 解析のマッピングにおいて 2 0 × 2 0 μ m の測定領域内に測定感度のカウント数が 5 5 以上の部分が面積比で 6 0 % 未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記 E P M A 解析のマッピングにおいて前記金属間化合物形成元素のカウント数が 2 2 以上の部分が 2 0 × 2 0 μ m の測定領域内に面積比で 4 0 % 未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

10

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記 E P M A 解析のマッピングにおいて前記金属間化合物形成元素のカウント数が 2 2 以上の部分が 2 0 0 × 2 0 0 μ m の測定領域内に面積比で 1 0 % 未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 6】

請求項 1 記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記 E P M A 解析のマッピングにおいて前記 C r のカウント数が 3 3 以上の部分が 2 0 0 × 2 0 0 μ m の測定領域内に面積比で 1 0 % 未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

20

【請求項 7】

請求項 2 記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記 E P M A 解析のマッピングにおいて前記 F e のカウント数が 2 0 以上の部分が 2 0 0 × 2 0 0 μ m の測定領域内に面積比で 1 0 % 未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 8】

請求項 3 記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記 E P M A 解析のマッピングにおいて前記 C のカウント数が 5 5 以上の部分が 2 0 0 × 2 0 0 μ m の測定領域内に面積比で 1 0 % 未満であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

30

【請求項 9】

請求項 1 記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記金属間化合物形成元素は、C u、S i、S c、Y、L a、C e、N d、S m、G d、T b、D y、E r、P t、I r、R u、P d、T i、Z r、V、N b、T a、F e、N i、M o、W、M n、T c、R e および B からなる群から選ばれる少なくとも 1 種であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 10】

請求項 2 記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記金属間化合物形成元素は、C u、S i、S c、Y、L a、C e、N d、S m、G d、T b、D y、E r、P t、I r、R u、P d、T i、Z r、V、N b、T a、N i、C r、M o、W、M n、T c、R e および B からなる群から選ばれる少なくとも 1 種であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

40

【請求項 11】

請求項 3 記載のスパッタリングターゲットにおいて、
前記金属間化合物形成元素は、C u、S i、S c、Y、L a、C e、N d、S m、G d、T b、D y、E r、P t、I r、R u、P d、T i、Z r、V、N b、T a、F e、N i、C r、M o、W、M n、T c、R e および B からなる群から選ばれる少なくとも 1 種

50

であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 1 2】

請求項 1 ないし請求項 1 1 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットにおいて、前記金属間化合物形成元素として Cu を 0 . 1 ~ 5 0 重量%の範囲で含むことを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 1 3】

請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットにおいて、前記スパッタリングターゲットはバックングプレートと接合されていることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 1 4】

請求項 1 ないし請求項 1 3 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットにおいて、さらに、Ar および Kr から選ばれる少なくとも 1 種の元素を 5 重量%以下（ただし 0 重量%を含まず）の範囲で含むことを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし請求項 1 4 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットにおいて、ロングスロースパッタまたはリフロースパッタに用いられることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 1 6】

請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットを用いて、A 1 配線膜をスパッタ成膜することを特徴とする A 1 配線膜の製造方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 記載の A 1 配線膜の製造方法において、前記 A 1 配線膜をロングスロースパッタまたはリフロースパッタを適用して成膜することを特徴とする A 1 配線膜の製造方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれか 1 項記載のスパッタリングターゲットを用いて、A 1 配線膜をスパッタ成膜する工程を具備することを特徴とする電子部品の製造方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 記載の電子部品の製造方法において、前記 A 1 配線膜をロングスロースパッタまたはリフロースパッタを適用して成膜することを特徴とする電子部品の製造方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 8 または請求項 1 9 記載の電子部品の製造方法において、前記電子部品は半導体素子、液晶表示装置または弾性表面波装置であることを特徴とする電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【技術分野】

本発明は、低抵抗配線の形成に好適なスパッタリングターゲット、それを用いた A 1 配線膜の製造方法、およびその A 1 配線膜を具備する半導体素子、液晶表示装置、弾性表面波装置などの電子部品の製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【背景技術】

近年、LSI に代表される半導体工業は急速に進捗しつつある。DRAM などの半導体素子においては、高集積化・高信頼性化が進むにつれて、微細加工技術に要求される精度も益々高まってきている。さらに、配線の形成などに用いられるスパッタリングターゲットについても、より均質な金属層の形成を可能にすることが求められている。

【0 0 0 3】

各種配線形成用金属の中でも、アルミニウム (A 1) は低抵抗配線の形成材料として注目されている。A 1 は TFT 駆動タイプの液晶表示装置 (LCD) のゲート線や信号線と

10

20

30

40

50

して用いられる配線膜としても期待されている。これは、LCDの画面サイズの大型化に伴って、低抵抗の配線膜が必要とされるようになってきたためである。例えば、10インチ以上の大型LCDでは10 μ m以下の低抵抗配線が求められている。

【0004】

Al配線によれば、低抵抗配線が実現可能であるものの、Al膜はCVDプロセスや配線形成後の熱処理などによる673K程度の加熱によって、ヒロックと呼ばれる突起が生じる。これは、加熱に伴うAl膜のストレス解放過程でAl原子が拡散し、このAl原子の拡散に伴って生じる突起である。このような突起がAl配線に生じると、その後のプロセスに悪影響を及ぼすことから問題となっている。

【0005】

そこで、Al配線に例えばCu、Si、Pd、Ti、Zr、Hf、Nd、Yなどの金属元素を微量添加することが試みられている（特開平5-335271号公報など参照）。これらの金属元素は、具体的にはAlターゲットに添加される。上記したような金属元素はAlと金属間化合物を形成するため、Alのトラップ材として機能する。これによって、上記したヒロックの形成が抑制される。高集積化された半導体素子や大型LCD用のAl配線の形成には、このような金属元素を微量含有するAl合金ターゲットが使用されつつある。

【0006】

ところで、半導体素子などの電子デバイスの高集積化、高信頼性化、高機能化が進むに連れて、その構造も複雑化して多層配線構造が採用されるようになってきている。そのため、微細加工技術は今よりもさらなる技術革新が必要とされている。配線に対しても、さらなる信頼性の向上や長寿命化が求められており、緻密でかつ高配向性のスパッタ膜が必要とされている。このようなスパッタ膜は、従来の一般的なスパッタ方式では得ることが困難であるため、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式が採用されつつある。

【0007】

ここで、一般的なスパッタリングにおいて、ターゲット中に偏析や内部欠陥が存在していると、異常放電などによりダストやスプラッシュなどが発生する。これらはDRAMやTFET素子などの形成時に欠陥を引起す要因となる。そこで、ダストやスプラッシュなどの発生メカニズムの探求、解明が進められていると同時に、発生防止策の開発などが進められており、一部で実績を上げつつある。

【0008】

しかしながら、上述したロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式では、従来以上のハイパワー化や高温化が進められているため、ターゲットへの熱影響はこれまで以上となる。ロングスロースパッタやリフロースパッタでは、ターゲットに対する熱影響が例えば500 $^{\circ}$ C程度まで上昇する。

【0009】

このような過酷な条件下にターゲットが晒されるロングスロースパッタやリフロースパッタによって、Cu、Si、Nd、Yなどの金属元素を微量含有するAl合金ターゲットを用いてAl配線膜を形成した場合には、これまでに確認されたことのない不良モードが多数発生している。すなわち、100~5000 μ mというような大きさを有する超巨大ダストがスパッタ膜中に多数発生し、DRAMやTFET素子などの電子デバイスの歩留りを大幅に低下させている。

【0010】

さらに、ロングスロースパッタやリフロースパッタでは、スパッタ膜中に比較的大きな凹部や穴が発生するという問題が生じている。このような凹部や穴は耐エレクトロマイグレーション性や耐ストレスマイグレーション性を低下させる要因となるため、DRAMやTFET素子などの電子デバイスの歩留りを低下させる。

【0011】

上記した超巨大ダストや比較的大きな凹部は、従来のダスト対策では有効に防止するこ

10

20

30

40

50

とができないことから、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどにより健全な微細配線網の形成を可能にすることが求められている。

【0012】

さらに、上述したような金属元素を微量含有するAl配線（Al合金配線）においては、Alと添加元素との金属間化合物によりAlの拡散が抑制されるものの、生成した金属間化合物がAl配線のエッチングに対して悪影響を及ぼすという問題が生じている。すなわち、金属間化合物を含むAl配線膜に対してCDE（Chemical Dry Etching）やRIE（Reactive Ion Etching）などのドライエッチング、あるいはウェットエッチングを施した際に、金属間化合物が残渣と呼ばれる溶け残りの発生原因となる。これが微細配線網の形成に対して大きな障害をもたらしている。

10

【0013】

このようなことから、低抵抗配線の形成に用いられるAlターゲットおよびAl配線においては、膜形成後の加熱に伴うAlの拡散を抑制してヒロックなどの発生を防止した上で、エッチング時における残渣の発生を抑制することが求められている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、特にロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式でスパッタリングした際に発生する新たな不良モード（超巨大ダストや大きな凹部）の発生を抑制することを可能にしたスパッタリングターゲットを提供することにある。さらに、そのようなスパッタリングターゲットを用いることによって、耐ヒロック性および微細配線網の形成性に優れたAl配線膜、およびそのようなAl配線膜を用いた電子部品を提供することを目的としている。

20

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式における超巨大ダストの発生原因を解明することによって、超巨大ダストなどの発生を抑制することを可能にしたものである。本発明では、ターゲット中の添加元素の分散度をEPM（Electron Probe X-ray Microanalyzer：電子線プローブ（X線）マイクロアナライザ）解析のマッピングで規定することによって、超巨大ダストの発生を抑制している。

30

【0016】

本発明のスパッタリングターゲットにおいて、第1の形態はAlと金属間化合物を形成する少なくとも1種の金属間化合物形成元素を0.1～50重量%含み、残部が実質的にAlからなるスパッタリングターゲットであって、前記金属間化合物形成元素はターゲット組織中に均一に分散しており、かつEPM解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分が面積比で60%未満であり、前記ターゲット中に含まれる不純物としてのCrはEPM解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が33以上の部分が面積比で60%未満であることを特徴としている。

40

【0017】

第2の形態はAlと金属間化合物を形成する少なくとも1種の金属間化合物形成元素を0.1～50重量%含み、残部が実質的にAlからなるスパッタリングターゲットであって、前記金属間化合物形成元素はターゲット組織中に均一に分散しており、かつEPM解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分が面積比で60%未満であり、前記ターゲット中に含まれる不純物としてのFeはEPM解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が20以上の部分が面積比で60%未満であることを特徴としている。

【0018】

第3の形態はAlと金属間化合物を形成する少なくとも1種の金属間化合物形成元素を0.1～50重量%含み、残部が実質的にAlからなるスパッタリングターゲットであっ

50

て、前記金属間化合物形成元素はターゲット組織中に均一に分散しており、かつE P M A解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分が面積比で60%未満であり、前記ターゲット中に含まれる不純物としてのCはE P M A解析のマッピングにおいて20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が55以上の部分が面積比で60%未満であることを特徴としている。

【0019】

本発明におけるA1配線膜の製造方法は、上記したスパッタリングターゲットを用いて、A1配線膜をスパッタ成膜することを特徴としている。本発明における電子部品の製造方法は、上記したスパッタリングターゲットを用いて、A1配線膜をスパッタ成膜する工程を具備することを特徴としている。電子部品の具体例としては、半導体素子、液晶表示装置、弾性表面波装置などが挙げられる。

10

【0020】

ロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式では、従来以上のハイパワー化や高温化が進められており、ターゲットへの熱影響がこれまで以上（例えば500程度）となる。このため、スパッタリング中のターゲット表面の温度は従来以上となり、これによりターゲットを構成している原子の自由エネルギーも大きくなる。

【0021】

このような現象に伴って、添加元素は安定領域を求めて結晶粒界に凝集する。この添加元素の凝集によって、結晶粒界と粒内部とのスパッタレートが大きく異なり、粒内部だけが局所的に残存する。このため、ターゲット表面には大きな凹凸が形成される。このような状態でさらにスパッタリングを継続して行くと、形成された凸部に逆スパッタ粒子が付着しはじめ、凸部の形状は巨大化する。このような凸部が塊となって飛散することによって、超巨大ダストが基板に付着する。

20

【0022】

上述したように、超巨大ダストはターゲットへの熱影響の増大によって、添加元素が結晶粒界に凝集することにより生じるものである。添加元素の凝集は当初の分散状態が不均一であるほど、言い換えると添加元素が偏析しているほど顕著となる。

【0023】

そこで、本発明のスパッタリングターゲットでは、添加元素の分散度をE P M A解析のマッピングにおいて、20×20μmの測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分を面積比で60%未満と規定している。このような分散状態を満足させることによって、添加元素の凝集を抑制することができ、ひいては超巨大ダストの発生を抑えることが可能となる。

30

【0024】

本発明のスパッタリングターゲットを用いて、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどのスパッタ方式により成膜したA1配線膜によれば、超巨大ダストの発生が抑制されているため、製品歩留りを大幅に向上させることができる。その上で、上記したようなスパッタ方式に基づいて緻密でかつ高配向性のA1配線膜を提供することが可能となる。

【0025】

さらに、本発明はロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式における比較的大きな凹部や穴の発生原因を解明することによって、巨大ダストおよびそれに基づく比較的大きな凹部や穴の発生を抑制することを可能にしたものである。本発明では、ターゲット中のCr、Fe、Cなどの不純物元素の分散度をE P M A解析のマッピングで規定することによって、巨大ダストおよびそれに基づく比較的大きな凹部や穴の発生を抑制している。

40

【0026】

本発明のスパッタリングターゲットは、不純物元素としてのCr、Fe、Cの各E P M A解析のマッピングにおいて、各元素の規定カウント数（Crはカウント数33、Feはカウント数20、Cはカウント数55）以上の部分が200×200μmの測定領域内に10%未満であることを、さらに特徴としている。

50

【0027】

ロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式では、上述したようにスパッタリング中のターゲット表面の温度が従来以上となり、これによりターゲットを構成している原子の自由エネルギーも大きくなる。このような現象に伴って、ターゲット中に含まれる不純物元素、特にCr、Fe、Cは安定領域を求めて結晶粒界に凝集する。これらの不純物元素の凝集によって、結晶粒界と粒内部とのスパッタレートに大きな差が生じ、粒内部だけが局所的に残存して、ターゲット表面に大きな凹凸が形成される。

【0028】

ターゲット表面に大きな凹凸が形成された状態で、さらにスパッタリングを継続して行うと、形成された凸部に逆スパッタ粒子が付着して凸部の形状は巨大化し、この巨大な凸部が塊となって飛散して基板に巨大ダストとして付着する。このような不純物元素を含む巨大ダストが基板に付着すると、その部分だけ膜の成長モードが変化し、その上部には膜の構成原子が積層しなくなる。このようにして、スパッタ膜に比較的大きな凹部や穴が形成される。

10

【0029】

比較的大きな凹部や穴およびその発生原因となる巨大ダストは、ターゲットへの熱影響の増大に伴って、Cr、Fe、Cなどの不純物元素が結晶粒界に凝集することにより生じるものである。不純物元素の凝集は当初の分散状態が不均一であるほど、言い換えるとターゲット中の不純物が偏析しているほど顕著となる。

【0030】

そこで、本発明のスパッタリングターゲットにおいては、Cr、Fe、Cの分散度をEPMA解析のマッピングを用いて、上記したような範囲に規定している。このようなCr、Fe、Cの分散状態を満足させることによって、これら不純物元素の凝集を抑えることができ、ひいては比較的大きな凹部や穴およびその発生原因となる巨大ダストの発生を抑制することが可能となる。

20

【0031】

上述したようなスパッタリングターゲットを用いて、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどのスパッタ方式により成膜したAl配線膜によれば、比較的大きな凹部や穴の発生が抑制されているため、製品歩留りを大幅に向上させることができる。その上で、上記したようなスパッタ方式に基づいて緻密でかつ高配向性のAl配線膜などを提供することが可能となる。

30

【0032】

なお、本発明におけるスパッタリングターゲットは、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどへの適用に限られるものではなく、従来の一般的なスパッタ方式に対しても適用することができる。本発明のAl配線膜の製造方法についても同様である。

【0033】

【発明を実施するための形態】

以下、本発明を実施するための形態について説明する。本発明のスパッタリングターゲットは、Cu、Si、Sc、Y、La、Ce、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Er、Pt、Ir、Ru、Pd、Ti、Zr、V、Nb、Ta、Fe、Ni、Cr、Mo、W、Mn、Tc、ReおよびBからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を0.1~50重量%含み、残部が実質的にAlからなるものである。ターゲット中に添加する元素は、Alと金属間化合物を形成する金属間化合物形成元素であることが好ましい。

40

【0034】

金属間化合物形成元素としては、Alと金属間化合物を形成する元素であれば種々の金属元素を用いることができる。具体的には、Cu、Si、Cr、Ni、Pt、Ir、Ta、W、Mo、Nb、Reなどや、Y、Gd、Nd、Dy、Sm、Erなどの希土類元素が挙げられる。本発明のスパッタリングターゲットでは、これら金属間化合物形成元素の他に、上記した元素群として列挙したように、金属間化合物を形成しない元素を添加元素として採用することも可能である。

50

【0035】

これら各種添加元素のうち、スパッタリングターゲットを半導体素子の配線形成用として用いる場合には、Cu、W、Mo、Ru、Ptなどの導電性の高い材料を使用することが好ましく、特にCuが望ましい。これらは例えば配線幅が $0.25\ \mu\text{m}$ 以下というような超微細配線の形成に対して効果的である。また、スパッタリングターゲットを液晶表示装置の配線形成用として用いる場合には、添加元素としてY、Gd、Nd、Dy、Sm、Erなどの希土類元素を使用することが好ましい。

【0036】

本発明のスパッタリングターゲットは、金属間化合物形成元素を少なくとも1種含有していることが好ましい。上記したような元素はAlと金属間化合物（例えばCuであれば Al_3Cu 、Yであれば Al_3Y ）を形成するため、得られるスパッタ膜に熱処理を施した際にAlの拡散が抑制され、その結果としてヒロックなどの発生が防止される。

10

【0037】

使用する金属間化合物形成元素のAlに対する固溶度は 1.0 重量%以下であることが好ましい。使用する元素のAlに対する固溶度が 1.0 重量%を超えると、Alとの金属間化合物の形成によるヒロックの抑制効果を十分に得ることができないおそれがあると共に、比抵抗の増大を招くおそれがある。

【0038】

金属間化合物形成元素は、 $0.1 \sim 50$ 重量%の範囲でスパッタリングターゲットに含有させる。金属間化合物形成元素の含有量が 0.01 重量%未満であると、上述したヒロックの抑制効果を十分に得ることができない。一方、 50 重量%を超えると金属間化合物がスパッタ膜、すなわちAl配線膜の抵抗を増大させる。より好ましい添加量は $0.1 \sim 10$ 重量%の範囲であり、さらに望ましくは $0.5 \sim 1.5$ 重量%の範囲である。

20

【0039】

スパッタリングターゲットを液晶表示装置の配線形成用などとして用いる場合には、金属間化合物形成元素は $0.1 \sim 20$ 重量%の範囲でスパッタリングターゲットに含有させることが好ましい。金属間化合物形成元素の含有量が 0.1 重量%未満であると、上述したヒロックの抑制効果を十分に得ることができない。一方、 20 重量%を超えると金属間化合物が得られるスパッタ膜、すなわちAl配線膜の抵抗を増大させたり、またドライエッチングやウェットエッチング時の残渣となる。より好ましい添加量は $1 \sim 15$ 重量%の範囲である。

30

【0040】

本発明のスパッタリングターゲットは、上述したような添加元素をターゲット組織中に均一に分散させたものであり、添加元素の分散度をEPMA (Electron Probe X-ray Microanalyzer: 電子線プローブ(X線)マイクロアナライザ) 解析のマッピングにより規定したものである。すなわち、金属間化合物形成元素などの添加元素のEPMA解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20\ \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分を面積比で 60% 未満としている。金属間化合物形成元素のカウント数が22以上の部分は、 $20 \times 20\ \mu\text{m}$ の測定領域内に面積比で 40% 未満とすることがさらに好ましい。

40

【0041】

ここで、本発明におけるEPMA解析のマッピングは、下記の表1に示す条件で測定したものである。

【0042】

【表1】

装置名	日本電子製(JEOL) X線マイクロアナライザ JXA-8600M
ACCEL VOLTAGE	15 (kV)
PROBE CURRENT	2×10^{-7} (A)
Dual Time	20 (ms)
Scan	STAGE
測定範囲 ・測定ピッチ	X軸: 200 (μm) \cdot 1 (μm) Y軸: 200 (μm) \cdot 1 (μm)

10

【 0 0 4 3 】

E P M Aによれば、元素の面内分散状態を正確に測定することができる。その際の測定感度のカウント数が22以上の部分とは、測定対象元素の分布が多い領域を示すものである。すなわち、金属間化合物形成元素のE P M A解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分を60%未満としている本発明のスputteringターゲットは、金属間化合物形成元素を極めて均一に分散させたものであるといえることができる。

【 0 0 4 4 】

20

このような金属間化合物形成元素の分散状態を満足させることによって、ロングスロースパッタやリフローズスパッタなどの新スパッタ方式を適用した場合においても、超巨大ダストの発生を抑制することが可能となる。通常のスパッタ方式においても、金属間化合物形成元素のカウント数が22以上の部分を $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に面積比で60%未満とすることによって、ダストの発生を抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

ロングスロースパッタやリフローズスパッタなどのスパッタ方式では、ターゲットへの熱影響がこれまで以上(例えば500程度)となるため、ターゲットを構成している原子の自由エネルギーも大きくなる。このような現象に伴って、添加元素としての金属間化合物形成元素などは安定領域を求めて結晶粒界に凝集し、結晶粒界と粒内部とのスパッタレートを大きく異ならせる。このため、粒内部だけが局所的に残存し、さらにはターゲット表面に巨大な凸部が形状される。これが塊となって飛散することによって、超巨大ダストが基板に付着する。

30

【 0 0 4 6 】

超巨大ダストの発生原因となる添加元素の凝集は、当初の分散状態が不均一であるほど、言い換えると添加元素が偏析しているほど顕著となる。すなわち、E P M A解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数が22以上の部分が60%を超えると、超巨大ダストの発生が促進されて歩留りが大幅に低下する。

【 0 0 4 7 】

金属間化合物形成元素などの添加元素の測定感度のカウント数が22以上の部分は、一般的なE P M Aの観察範囲である $200 \times 200 \mu\text{m}$ の範囲内に面積比で10%未満とすることが好ましい。E P M A解析のマッピングにおいて $200 \times 200 \mu\text{m}$ の測定範囲内にカウント数が22以上の部分が10%以上存在すると、同様に超巨大ダストの発生が促進されて歩留りが大幅に低下する。金属間化合物形成元素のカウント数が22以上の部分は $200 \times 200 \mu\text{m}$ の測定範囲内に5%未満とすることがさらに好ましい。

40

【 0 0 4 8 】

このように、本発明のスputteringターゲットは、ターゲット全体がほぼ均一な組織を有しているため、超巨大ダストの発生を安定にかつ再現性よく抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

本発明のスputteringターゲットは、さらにターゲット中に不純物元素として含まれ

50

るCr、Fe、Cを均一に分散させることが好ましい。これらの元素の分散度は同様にEPMA解析のマッピングにより規定される。この際のEPMA解析のマッピングは、上記した表1に示した条件で測定したものとする。

【0050】

すなわち、Cr、Fe、CのEPMA解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数がCrの場合には33以上、Feの場合には20以上、Cの場合には55以上の部分を、面積比で60%未満としている。Cr、FeおよびCはAl合金ターゲットの結晶粒界に凝集しやすく、スパッタ膜中の比較的大きな凹部や穴（およびその発生原因となる巨大ダスト）の発生要因となりやすい。

【0051】

そこで、CrはEPMA解析のマッピングにおいて $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数が33以上の部分を面積比で60%未満とする。Feは同様に測定感度のカウント数が20以上の部分を面積比で60%未満とする。Cは同様に測定感度のカウント数が55以上の部分を面積比で60%未満とする。ここで規定するCr、FeおよびCは、あくまでもターゲット中の不純物元素であり、CrやFeを金属間化合物形成元素として用いる場合にはこの限りではない。

【0052】

EPMAによれば元素の面内分散状態を正確に測定することができる。その際の測定感度のカウント数が大きい部分とは、測定対象元素の分布が多い領域を示す。すなわち、Cr、Fe、CのEPMA解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数がそれぞれ33以上、20以上、55以上の部分を面積比で60%未満としている本発明のスパッタリングターゲットは、不可避な不純物元素を均一に分散させたものであるということが出来る。

【0053】

上述したように、Cr、FeおよびCの分散状態を均一化させることによって、ロングスロースパッタやリフロースパッタなどの新スパッタ方式を適用した場合においても、巨大ダストおよびそれに基づく比較的大きな凹部や穴の発生を抑制することが可能となる。通常のスパッタ方式においても、ダスト発生の抑制に寄与する。

【0054】

ロングスロースパッタやリフロースパッタなどのスパッタ方式では、前述したようにターゲットを構成している原子の自由エネルギーが大きくなる。このような現象に伴って、ターゲット中に含まれるCr、Fe、Cは安定領域を求めて結晶粒界に凝集し、結晶粒界と粒内部とのスパッタレートに大きな差を生じさせる。このために、粒内部だけが局所的に残存し、さらにはターゲット表面に巨大な凸部が形成される。これが塊となって飛散して巨大ダストが基板に付着する。

【0055】

このような巨大ダストが基板に付着すると、その部分だけ膜の成長モードが変化し、その上部には膜の構成原子が積層しなくなる。このため、スパッタ膜に比較的大きな凹部や穴が形成される。このような比較的大きな凹部や穴の発生原因となる各元素の凝集は、当初の分散状態が不均一であるほど、言い換えると各元素が偏析しているほど顕著となる。すなわち、Cr、Fe、Cの各EPMA解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内に測定感度のカウント数がそれぞれ33以上、20以上、55以上の部分が面積比で60%以上であると、巨大ダストおよびそれに基づく比較的大きな凹部や穴の発生が促進されて、スパッタ膜（Al配線膜）の歩留りが大幅に低下する。

【0056】

Cr、FeおよびCの測定感度のカウント数が各規定以上の部分、すなわちCrでは33以上、Feでは20以上、Cでは55以上の部分は、一般的なEPMAの観察範囲である $200 \times 200 \mu\text{m}$ の範囲内に面積比で10%未満とすることが好ましい。EPMA解析のマッピングにおいて、 $200 \times 200 \mu\text{m}$ の測定範囲内にカウント数が各規定以上の部分が10%以上存在すると、同様に超巨大ダストの発生が促進されて歩留りが大幅に低

10

20

30

40

50

下する。各元素のカウント数が各規定以上の部分は $200 \times 200 \mu\text{m}$ の測定範囲内に5%未満とすることがさらに好ましい。

【0057】

このように、本発明のスputタリングターゲットは、Cr、Fe、Cのような不純物元素を含めてターゲット全体をほぼ均一な組織としているため、巨大ダストおよびそれに基づく比較的大きな凹部や穴の発生を安定にかつ再現性よく抑制することができる。なお、本発明のスputタリングターゲットにおいて、Cr、FeおよびCに関する規定は不純物元素の分散状態を規定したものであるが、不純物元素量は本質的に低減することが好ましいことは当然である。具体的な不純物元素量（総和）としては1重量%以下とすることが好ましい。不純物元素としてのCrは0.1重量%以下、Feは0.1重量%以下、Cは0.05重量%以下とすることが好ましい。

10

【0058】

上述したような本発明のスputタリングターゲットは、大気溶解法、真空溶解法、急冷凝固法（スプレーフォーミング法）、粉末冶金法など、各種公知の製造方法を適用して作製することができるが、特に以下に示す製造工程を適用することが好ましい。

【0059】

まず、高純度Al（例えば純度99.99%以上）に所定量の添加元素を配合し、例えば連続鋳造法（大気溶解）を用いてインゴットを作製する。ここで、Al合金原料を大気溶解する際に、Arなどの不活性ガスで溶湯をバブリングすることが好ましい。Arなどによるバブリングは、単に不純物元素量の低減に寄与するだけでなく、不可避免的に残存するCr、Fe、Cを均一に分散させる効果を有する。これによって、例えば真空溶解と同程度の含有量であっても、それらの分散状態が均一なAl合金材料が得られる。ピレットのサイズは直径100～500mm程度とすることが好ましい。

20

【0060】

上記したようなピレットに一次熱処理を施した後、冷却する。一次熱処理は450～600の温度で5時間以上行うことが好ましい。このような熱処理によって、添加元素や不純物元素の均質化を図ることができる。なお、ここでの冷却は空冷、炉冷、急冷のいずれを使用してもよい。

【0061】

次に、鍛造や圧延などの塑性加工を行う。鍛造による塑性加工では30～80%の加工率を与えることが好ましい。圧延による塑性加工では40～99%の加工率を与えることが好ましい。このような加工率の塑性加工によれば、その際にインゴットに印加される熱エネルギーによって、金属間化合物形成元素などの添加元素、さらにはCr、Fe、Cなどの不純物元素を均等に分散させることができる。さらに、この熱エネルギーは結晶格子の配列を整合させる役割を果たし、微小内部欠陥を除去するのにも有効な作用をもたらす。この後、二次熱処理として200～500の温度で10分間以上の加熱処理を行う。このようにして得た素材を機械加工して、所定サイズのスputタリングターゲットを作製する。

30

【0062】

本発明のスputタリングターゲットは、金属間化合物形成元素などの添加元素に加えて、ArおよびKrから選ばれる少なくとも1種の元素を5重量%以下（0重量%を含まず）の範囲で含有させることができる。

40

【0063】

ArやKrはエッチング時に金属間化合物や金属間化合物形成元素自体の反応性を高める作用を有する。すなわち、ArやKrは金属間化合物や金属間化合物形成元素のエッチングに対して触媒的な効果を発揮する。さらに、ArやKrは金属間化合物や金属間化合物形成元素自体の微細析出に対して有効に作用するため、得られるスputタ膜（Al配線膜）中の金属間化合物や金属間化合物形成元素自体を、Alの粒内や粒界に微細にかつ均一に析出させることができる。

【0064】

50

このように、A l 配線膜中の金属間化合物や金属間化合物形成元素のエッチング反応性をA r やK r により高めると共に、金属間化合物や金属間化合物形成元素自体をA l 配線膜中に微細にかつ均一に析出させることによって、A l 配線膜全体のエッチング性を大幅に高めることができる。従って、A l 配線膜にドライエッチングなどで配線網を形成する際に、エッチング残渣が発生することを抑制することが可能となる。

【0065】

さらに、金属間化合物や金属間化合物形成元素自体の微細かつ均一な析出は、スパッタ時におけるダストの発生をも抑制する。従って、本発明のスパッタリングターゲットを用いてスパッタ成膜してなるA l 配線膜は、微細配線網の形成性に優れたものとなる。

【0066】

A r およびK r から選ばれる少なくとも1種の元素の含有量は、スパッタリングターゲットに対して5重量%以下の範囲とする。A r やK r の含有量が5重量%を超えると、余分なA r やK r がA l 粒界などに析出し、逆にエッチング性を低下させる。より好ましいA r やK r の含有量は1重量ppb~0.1重量%の範囲であり、さらに好ましくは1~100重量ppmの範囲である。

【0067】

A r やK r を含有するスパッタリングターゲットの製造方法は、特に限定されるものではなく、例えば溶解法や粉末冶金法などの公知の製造方法を適用して作製することができる。溶解法を適用する場合には、まずA l にYなどの金属間化合物形成元素を所定量配合し、これを真空中で誘導熔融する。この際、溶湯をA r やK r でバブリングすることによって、溶湯に所定量のA r やK r を含有させることができる。このようにして、Yなどの金属間化合物形成元素とA r およびK r から選ばれる少なくとも1種とを含有するインゴットを作製する。

【0068】

粉末冶金法を適用する場合には、A l にYなどの金属間化合物形成元素を所定量配合し、これを常圧焼結、ホットプレス、HIPなどを施して焼結体を作製する。この際、焼結工程をA r やK r を含む雰囲気中で実施することによって、Yなどの金属間化合物形成元素と共に、A r やK r を含有する焼結体を得られる。なお、上述した種々の製造方法のうち、比較的高密度で高純度品が得られやすい溶解法が適している。表2に種々の方法を適用した際のA l 合金中のA r 量およびK r 量の代表例を示す。A r 量およびK r 量はガス分析法(赤外線吸収法)で測定した。

【0069】

【表2】

製造方法	A l 合金中の A r 量(wt%)	A l 合金中の K r 量(wt%)
溶解法	0.082	0.002
ホットプレス	0.003	0.023
スプレーフォーミング	2.21	0.121
HIP	0.02	0.0083

【0070】

溶解法により得られたインゴットや粉末冶金法により得られた焼結体には、熱間加工、冷間加工などが施され、また必要に応じて再結晶熱処理や結晶方位制御などが行われ、目的とするスパッタリングターゲットが得られる。これらの条件は前述した通りである。

【0071】

大型ターゲットの場合には、拡散接合などを行って所望形状のターゲットとしてもよい。ただし、大面積のLCDなどの形成に用いられる大型ターゲットを作製する場合には、溶解法で一括形成することがスパッタ時のダスト発生を抑制する上で好ましい。目的とするスパッタリングターゲットによって、必要とされる純度、組織、面方位などが異なるこ

10

20

30

40

50

とがあるため、これら要求特性に応じて製造方法を適宜設定することができる。

【0072】

本発明のスパッタリングターゲットは、Cu製バックングプレートなどと接合されて使用される。ターゲットとバックングプレートとの接合には、In、ZnおよびSnの少なくとも1種、あるいはそれらを含むろう材を用いたろう付け接合、または拡散接合などが採用される。また、別個のバックングプレートを使用するのではなく、スパッタリングターゲットの作製時にバックングプレート部分を同時に形成した一体型のスパッタリングターゲットであってもよい。

【0073】

本発明のAl配線膜は、上述した本発明のスパッタリングターゲットを用いて、例えば
10 ロングスロースパッタやリフローズパッタなどで成膜することにより得られる。本発明のAl配線膜は、通常のスパッタ方式で成膜したものであってもよい。

【0074】

前述したように、本発明のスパッタリングターゲットによれば、超巨大ダストの発生、さらには比較的大きな凹部や穴などの発生が抑制されているため、Al配線膜の製品歩留りを大幅に向上させることができる。その上で、上記したような新スパッタ方式に基づいて、緻密でかつ高配向性のAl配線膜を提供することができる。さらに、添加する金属間化合物形成元素に基づいて、Alの拡散に基づくヒロックの発生などを有効に防止することができる。

【0075】

このような本発明のAl配線膜は、各種電子部品に適用することができる。本発明の電子部品としては、例えば本発明のAl配線膜をゲート線や信号線などに適用した半導体素子が挙げられる。本発明は、特に集積度が64Mbit以上というような超高集積DRAM（配線幅：0.25~0.18μm）などの半導体素子に対して効果を発揮する。本発明のAl配線膜は半導体素子に限らず、液晶表示装置、弾性表面波装置、サーマルプリントヘッドなどの各種電子部品に使用することができる。

【0076】

ArやKrを含有するスパッタリングターゲットを用いて、スパッタ成膜することにより得られる本発明のAl配線膜は、液晶表示装置の配線などとして好適である。このようなAl配線膜では、Yなどの金属間化合物形成元素もしくはこの元素とAlとの金属間化合物が微細にかつ均一に析出している。

【0077】

このようなAl配線膜において、金属間化合物形成元素は同時添加したArやKrによりエッチングが促進され、また金属間化合物形成元素自体およびAlとの金属間化合物はArやKrによりAlの粒内や粒界に微細にかつ均一に析出する。これらによって、Al配線膜のエッチング性は大幅に向上する。また、スパッタ時のダスト発生量が抑制されるため、微細ダストの含有量も大幅に低減される。

【0078】

そして、熱処理などの加熱に伴うAlの拡散は、金属間化合物形成元素とAlとが金属間化合物を形成することにより抑制されるため、Alの拡散によるヒロックの発生を有効
40 に防止することができる。従って、このようなAl配線膜は耐ヒロック性に優れ、ヒロックの発生によりその後のプロセスに悪影響を及ぼすことがないと共に、微細配線網の形成性に優れるものである。

【0079】

このような本発明のAl配線膜は、各種電子部品に使用することができる。具体的には、液晶表示装置（LCD）のゲート線や信号線、ULSIやVLSIなどの半導体素子の配線網、弾性表面波装置やサーマルプリントヘッドの配線など、種々の電子部品の配線が挙げられる。本発明の電子部品は、このように本発明のAl配線膜を用いたものであり、特に大型化および高精細化されたLCDパネルや高精細化された半導体素子などに対して有効である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

【実施例】

次に、本発明の具体的な実施例について述べる。

【 0 0 8 1 】

実施例 1

まず、Al に対して 0.5 重量%の Cu を配合し、連続鋳造法（大気溶解）を用いて目的組成のインゴットを作製した。このインゴットに対して、熱間圧延、冷間圧延および熱処理を施した後、機械加工により直径 320 mm × 厚さ 20 mm の Al 合金ターゲットを作製した。この際、熱間圧延、冷間圧延および熱処理の各条件を変化させることによって、Cu の分散度が異なる 10 個の Al 合金ターゲットを得た。Cu の分散度は前述した表 1 に示す EPMA 装置を用いて測定、評価したものである。

10

【 0 0 8 2 】

Cu の分散度を表 3 に示す。Cu の分散度は EPMA 解析のマッピングにおいて、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ の測定領域内の測定感度のカウント数が 22 以上の部分の面積比 (%) と、 $200 \times 200 \mu\text{m}$ の観察範囲内におけるカウント数が 22 以上の部分の面積比 (%) を示す。

【 0 0 8 3 】

このようにして得た 10 個の Al 合金ターゲットを用いて、従来タイプのスパッタ方式により、それぞれ直径 8 インチの Si 基板上に厚さ 300 nm の Al 合金膜を成膜した。スパッタ条件は、背圧 $1 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 、出力 DC 1.5 kW、スパッタ時間 1 min とした。このようにして得た各 Al 合金膜中のダストを、ダストカウンタ装置（WM-3）を用いて測定した。ダスト数は大きさごとに測定した。これらの測定結果を表 3 に示す。

20

【 0 0 8 4 】

【表 3】

試料 No	Cu 分散度		ダストサイズ			
	$20 \times 20 \mu\text{m}$	$200 \times 200 \mu\text{m}$	$0.2 \mu\text{m}$ 以下	$0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$	$0.3 \sim 100 \mu\text{m}$	$100 \mu\text{m}$ 以上
1	40.3	2.7	7	2	1	0
2	15.2	0.5	11	3	0	0
3	7.8	1.3	9	3	0	0
4	1.5	3.6	5	4	2	0
5	22.7	4.1	2	2	1	0
6	69.8	69.9	98	45	23	89
7	88.3	60.8	79	52	26	49
8	76.8	54.2	88	48	31	30
9	90.1	79.3	92	56	33	89
10	84.3	59.5	83	61	29	73

30

40

【 0 0 8 5 】

表 3 から明らかのように、本発明のスパッタリングターゲットによれば、ダストの発生数が抑制されていることが分かる。そのようなスパッタリングターゲットを用いて成膜した Al 合金膜は、ダスト数の減少に基づいて製品歩留りを大幅に向上させることができ、かつ均一な組織を有する配線膜を提供することができる。

【 0 0 8 6 】

実施例 2

実施例で作製した 10 個の Al 合金ターゲットを用いて、スパッタ方式をリフロースパッタリングに変更する以外は、それぞれ実施例 1 と同一条件で Al 合金膜を成膜し、また同様にしてダスト数を測定した。その結果を表 4 に示す。

50

【 0 0 8 7 】

【表 4】

試 No	Cu分散度		ダストサイズ			
	20×20 μm	200×200 μm	0.2 μm 以下	0.2~ 0.3 μm	0.3~ 100 μm	100 μm 以上
1	35.6	0.29	5	1	0	0
2	12.4	1.8	8	4	2	0
3	8.5	3.8	11	2	1	0
4	1.3	1.5	9	8	0	0
5	21.9	0.6	7	4	1	0
6	70.1	59.4	152	89	35	890
7	88.5	68.7	188	67	60	498
8	75.4	74.1	232	82	51	730
9	89.8	87.3	132	95	63	1089
10	83.4	69.4	120	77	99	573

10

【 0 0 8 8 】

表 4 から明らかなように、本発明のスパッタリングターゲットによれば、サイズが 0 . 3 μ m 以上のダストについても発生が抑制されているが、特にリフロースパッタリングなどで問題とされている超巨大ダストの発生が抑制されていることが分かる。そして、そのようなスパッタリングターゲットを用いて成膜した Al 合金膜は、ダスト数の減少に基づいて製品歩留りを大幅に向上させることができ、かつ均一な組織を有する配線膜を提供することができる。

20

【 0 0 8 9 】

実施例 3

Al に対して各種の元素 (Si、Cr、Y、Ni、Nd、Pt、Ir、Ta、W、Mo) を表 5 に示す配分量で添加し、それぞれ連続鋳造法 (大気溶解) を用いて目的組成のインゴットを作製した。これら各インゴットに対して、熱間圧延、冷間圧延および熱処理を施した後、機械加工により直径 3 2 0 mm × 厚さ 2 0 mm の Al 合金ターゲットを作製した。この際、熱間圧延、冷間圧延および熱処理の各条件を適宜選択することによって、添加元素の分散度を本発明の規定範囲内とした。各添加元素の分散度は実施例 1 と同様にして測定した。

30

【 0 0 9 0 】

このようにして得た各 Al 合金ターゲットを用いて、リフロータイプのスパッタ方式により、それぞれ直径 8 インチの Si 基板上に厚さ 3 0 0 nm の Al 合金膜を成膜した。スパッタ条件は、背圧 1×10^{-5} Pa、出力 DC 1 . 5 kW、スパッタ時間 1 min とした。このようにして得た各 Al 合金膜中のダストを実施例 1 と同様にして測定した。その結果を表 5 に併せて示す。

40

【 0 0 9 1 】

【表 5】

試料 No	ターゲット組成	添加元素分散度		ダストサイズ			
		20×20 μm	200×200 μm	0.2 μm 以下	0.2~ 0.3 μm	0.3~ 100 μm	100 μm 以上
1	Al-2wt%Y	10.3	1.7	7	2	1	0
2	Al-3wt%Ni	5.2	0.1	8	3	0	0
3	Al-0.8wt%Ta	7.8	1.4	9	3	0	0
4	Al-0.5wt%Si	1.5	2.5	5	4	2	2
5	Al-7wt%Ir	32.7	1.2	2	0	1	0
6	Al-5wt%Pt	9.8	0.9	8	4	0	1
7	Al-0.01wt%W	2.3	2.8	9	5	0	0
8	Al-0.8wt%Mo	26.8	3.2	2	4	3	0
9	Al-25wt%Cr	19.1	3.1	9	5	4	0
10	Al-10wt%Nd	3.2	2.3	4	1	2	3

10

【0092】

表5から明らかのように、本発明のスputteringターゲットによれば、サイズが0.3 μm以上のダストについても発生が抑制されているが、特にリフローズsputteringなどで問題とされている超巨大ダストの発生が抑制されていることが分かる。そして、その

20

【0093】

上記した実施例1~3の各Al合金ターゲットをsputteringして得られたAl配線膜を、半導体素子、LCDパネルおよびSAWデバイスのAl配線膜として使用した。その結果、それぞれ信頼性の高い電子部品が得られた。

【0094】

実施例4

Alに対して0.5重量%のCuを配合し、連続鋳造法(大気溶解)を用いて目的組成のインゴットを作製した。大気溶解はArによるバブリングを行いながら実施した。このようにして得たインゴットに対して、一次熱処理、熱間圧延、冷間圧延および二次熱処理を施した後、機械加工により直径320 mm×厚さ20 mmのAl合金ターゲットを作製した。

30

【0095】

この際、溶解、熱間圧延、冷間圧延および熱処理の各条件を変化させることによって、Cr、Fe、Cの分散度が異なる複数のAl合金ターゲットを得た。これら各元素の分散度は前述した表1に示したEPM A装置を用いて測定、評価したものである。

【0096】

各元素の分散度を表6に示す。各元素の分散度はEPM A解析のマッピングにおいて、20×20 μmの測定領域内の測定感度のカウント数が本発明の規定以上の部分の面積比(%)と、200×200 μmの観察範囲内の測定感度のカウント数が本発明の規定以上の部分の面積比(%)を示す。

40

【0097】

このようにして得た各Al合金ターゲットを用いて、リフローズsputtering方式により、それぞれ直径8インチのSi基板上に厚さ300 nmのAl合金膜を成膜した。sputtering条件は、背圧 1×10^{-5} Pa、出力DC 1.5 kW、sputtering時間1 minとした。このようにして得た各Al合金膜中のダストを、ダストカウンタ装置(WM-3)を用いて測定した。ダスト数は大きさごとに測定した。

【0098】

50

次に、上記した各 A l 合金膜に対してフォトリソグラフィーを実施し、それぞれ幅 2 μ m、長さ 2 mm の細線を 30 本ずつ作製した。これら細線の信頼性を評価するために、電流密度 10^6 A / cm^2 、通電時間 200 時間、ウェハー温度 150 の条件で試験電流を流して通電試験を行った。その通電の結果、断線が発生した細線を基にして断線率 (%) を求めた。その結果を表 6 に併せて示す。

【0099】

【表 6】

試 No	含有 元素	各元素分散度		ダスト数(単位:ダスト/wafer)			断線率 (%)
		20×20 μ m	200×200 μ m	0.3 μ m 以下	0.3~ 100 μ m	100 μ m 以上	
1	Cr	25	3	8	11	0	3
2	Cr	35	11	7	12	5	10
3	Cr	82	21	11	10	8	40
4	Cr	75	45	9	11	13	36
5	Fe	15	20	3	5	0	0
6	Fe	21	65	3	6	13	15
7	Fe	88	72	4	9	19	50
8	Fe	92	63	2	10	12	27
9	C	10	14	1	10	0	0
10	C	5	68	7	11	10	5
11	C	90	71	11	19	18	23
12	C	75	86	9	16	11	77

【0100】

表 6 から明らかのように、本発明のスputteringターゲットによれば、ダストの発生数特に巨大ダストの発生数が抑制されており、これに基づいて大きな凹部の発生数が極めて少なかった。また、凹部の発生数が極めて少ないことから、配線としての信頼性が極めて高い(断線率が少ない)ことが分かる。このような A l 合金膜を配線膜として用いることによって、製品歩留りを大幅に向上させることができ、かつ均一な組織を有する配線膜を提供することができる。

【0101】

実施例 5

A l に対して 0.5 重量%の C u を配合し、連続鋳造法(大気溶解)を用いて目的組成のインゴットを作製した。大気溶解は A r によるバブリングを行いながら実施した。このようにして得たインゴットに対して、一次熱処理、熱間圧延、冷間圧延および二次熱処理を施した後、機械加工により直径 320 mm × 厚さ 20 mm の A l 合金ターゲットを作製した。

【0102】

この際、溶解、熱間圧延、冷間圧延および熱処理の各条件を変化させることによって、金属間化合物形成元素として添加した C u の分散度、および不純物元素としての C r、F e、C の分散度が異なる複数の A l 合金ターゲットを得た。これら各元素の分散度は前述した表 1 に示した E P M A 装置を用いて測定、評価したものである。各元素の分散度を表 7 に示す。

【0103】

C u の分散度は E P M A 解析のマッピングにおいて、20 × 20 μ m の測定領域内の測定感度のカウント数が 22 以上の部分の面積比 (%) と、200 × 200 μ m の観察範囲内におけるカウント数が 22 以上の部分の面積比 (%) を示す。C r、F e、C の分散度は E P M A 解析のマッピングにおいて、20 × 20 μ m の測定領域内の測定感度のカウン

ト数が本発明の規定以上の部分の面積比(%)と、200×200μmの観察範囲内の測定感度のカウント数が本発明の規定以上の部分の面積比(%)を示す。

【0104】

【表7】

講 No	Cu分散度		対象 不純物元素	不純物元素分散度	
	20×20 μm	200×200 μm		20×20 μm	200×200 μm
1	10	3	Cr	12	5
2	18	7	Cr	22	15
3	54	15	Cr	55	30
4	70	32	Cr	80	45
5	13	2	Fe	28	3
6	25	7	Fe	34	16
7	49	21	Fe	66	20
8	81	50	Fe	70	35
9	5	6	C	16	5
10	27	9	C	18	20
11	68	51	C	70	42
12	78	78	C	90	58

10

20

【0105】

このようにして得た各Al合金ターゲットを用いて、リフロースパッタ方式により、それぞれ直径8インチのSi基板の上に厚さ300nmのAl合金膜を成膜した。スパッタ条件は、背圧 1×10^{-5} Pa、出力DC1.5kW、スパッタ時間1minとした。このようにして得た各Al合金膜中のダストを、ダストカウンタ装置(WM-3)を用いて測定した。ダスト数は大きさごとに測定した。次に、上記した各Al合金膜の断線率(%)を、実施例4と同様にして求めた。その結果を表8に示す。

【0106】

【表8】

講 No	ダスト数(各サイズのダスト/wafer)			断線率 (%)
	0.3μm以下	0.3~100μm	100μm以上	
1	3	1	0	0
2	7	2	0	5
3	8	3	0	12
4	111	17	255	40
5	8	3	0	0
6	10	6	0	7
7	11	7	0	20
8	17	20	378	54
9	2	2	0	0
10	9	5	0	3
11	13	10	0	14
12	22	54	427	36

30

40

【0107】

表8から明らかのように、本発明のスパッタリングターゲットによれば、サイズが0.

50

3 μm以上のダストについても発生が抑制されているが、特にリフローズスパッタリングなどで問題とされている超巨大ダストの発生が抑制されていることが分かる。さらに、凹部の発生数も極めて少なく、これに基づいて配線としての信頼性が極めて高い(断線率が少ない)ことが分かる。このようなAl合金膜を配線膜として用いることによって、製品歩留りを大幅に向上させることができ、かつ均一な組織を有する配線膜を提供することができる。

【0108】

上記した実施例4～5の各Al合金ターゲットをスパッタリングして得られたAl配線膜を、半導体素子、LCDパネルおよびSAWデバイスのAl配線膜として使用した。その結果、それぞれ信頼性の高い電子部品が得られた。

10

【0109】

実施例6

Alに対して6重量%のYを添加した原料を高周波誘導溶解(Arのバブリング処理を含む)して、目的組成のインゴットを作製した。このインゴットに対して冷間圧延および機械加工を施し、直径127mm×厚さ5mmのAl合金ターゲットを得た。このAl合金ターゲットの組成は、Al-6wt%Y-20ppmArであった。

【0110】

このようにして得たAlターゲットをCu製のバックングプレートに拡散接合して、本発明のスパッタリングターゲットとした。このスパッタリングターゲットを用いて、背圧 1×10^{-4} Pa、出力DC200W、スパッタ時間43minの条件で、直径5インチのガラス基板上に回転成膜して、厚さ350nmのAl合金膜を成膜した。

20

【0111】

このAl合金膜の組成、比抵抗、熱処理(573K)後のヒロック密度、エッチング残渣の有無を測定評価した。エッチング残渣の評価試験におけるエッチングは、 $BCl_3 + Cl_2$ の混合ガスをエッチングガスとして用いて行った。これらの結果を表9に示す。

【0112】

また、本発明との比較例として、YおよびArを添加しないで作製したAlターゲット(比較例1)と、Arを添加しない以外は実施例6と同一条件で作製したAl合金ターゲット(比較例2)とを用いて、それぞれ同様にAl膜およびAl合金をスパッタ成膜した。そして、これら各膜についても実施例6と同様に特性(熱処理後)を評価した。これらの結果を併せて表9に示す。

30

【0113】

【表9】

	ターゲット組成 (wt%)	膜組成 (wt%)	Al膜の特性評価結果		
			比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)	熱処理後の 耐ヒロック性 *1	エッチング 残渣 *2
実施例6	Al-6%Y- 20ppmAr	Al-6%Y- 5ppmAr	4.1	○	無し
比較例1	Al	Al	2.9	×	無し
比較例2	Al-6%Y	Al-6%Y	4.2	△	有り

40

【0114】

表9から明らかのように、本発明のスパッタリングターゲットを用いて成膜したAl合金膜は、耐ヒロック性およびエッチング性に優れることが分かる。よって、このようなAl合金膜を配線膜として用いることによって、ヒロックの発生を抑制した上で健全な微細配線網を再現性よく形成することが可能となる。

【0115】

50

実施例 7

表 10 に示すように、Y および Ar を含有量を変化させたスパッタリングターゲットを、それぞれ実施例 6 と同様にして作製した後、実施例 6 と同一条件でスパッタ成膜して、それぞれ Al 合金膜 (Al 配線膜) を得た。これら各 Al 合金膜の特性を実施例 6 と同様にして測定、評価した。その結果を併せて表 10 に示す。

【0116】

【表 10】

試 No	ターゲット組成 (wt%)	膜組成 (wt%)	Al 膜の特性評価結果		
			比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)	熱処理後の 耐ヒロック性 *1	エッチング 残渣 *2
1	Al-0.5%Y- 200ppmAr	Al-0.5%Y- 70ppmAr	3.4	○	無し
2	Al-0.7%Y- 300ppmAr	Al-0.71%Y- 15ppmAr	3.8	○	無し
3	Al-1.6%Y- 20ppmAr	Al-1.6%Y- 5ppmAr	4.1	○	無し
4	Al-2.7%Y- 2%Ar	Al-2.65%Y- 1000ppmAr	4.6	○	無し
5	Al-4.6%Y- 900ppmAr	Al-4.6%Y- 400ppmAr	5.1	○	無し
6	Al-7.0%Y- 10ppmAr	Al-6.9%Y- 5ppmAr	6.3	○	無し

10

20

【0117】

実施例 8

Y に代えて各種元素を用いた Al ターゲット (表 11 に組成を示す) を、それぞれ実施例 6 と同様にして作製した後、実施例 6 と同一条件でスパッタ成膜して、それぞれ Al 合金膜 (Al 配線膜) を得た。これら各 Al 合金膜の特性を実施例 6 と同様にして測定、評価した。その結果を併せて表 11 に示す。

30

【0118】

【表 11】

試	ターゲット組成 (wt%)	膜組成 (wt%)	Al膜の特性評価結果		
			比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)	熱処理後の 耐ヒロック性 *1	エッチング 残渣 *2
1	Al-0.5%Gd- 200ppmAr	Al-0.5%Gd- 0.5ppmAr	3.8	△	無し
2	Al-2.0%Gd- 400ppmAr	Al-2.0%Gd- 1.2ppmAr	4.8	○	無し
3	Al-0.5%Th- 250ppmAr	Al-0.5%Th- 0.7ppmAr	4.0	△	無し
4	Al-2.0%Th- 600ppmAr	Al-2.0%Th- 30ppmAr	5.2	○	無し
5	Al-0.8%Re- 500ppmAr	Al-0.79%Re- 0.9ppmAr	4.0	○	無し
6	Al-1.5%B- 220ppmAr	Al-1.5%B- 1.8ppmAr	4.1	△	無し
7	Al-4.5%B- 200ppmAr	Al-4.5%B-2ppmAr	5.0	△	無し
8	Al-1.5%Sc- 300ppmAr	Al-1.46%Sc-ppmAr	4.2	○	無し
9	Al-3.5%Sc- 10ppmAr	Al-3.48%Sc- 0.1ppmAr	5.2	△	無し
10	Al-0.5%Nd- 20ppmAr	Al-0.49%Nd- 3ppmAr	4.7	△	無し
11	Al-0.4%Dy- 100ppmAr	Al-0.4%Dy- 50ppmAr	3.7	△	無し
12	Al-2.3%Dy- 300ppmAr	Al-2.3%Dy- 25ppmAr	4.3	○	無し
13	Al-1.0%Cu- 20ppmAr	Al-1.1%Cu- 7ppmAr	3.7	○	無し
14	Al-2.0%Cu- 500ppmAr	Al-1.9%Cu- 80ppmAr	4.5	△	無し
15	Al-1.5%Cu- 3000ppmAr	Al-1.5%Cu- 170ppmAr	4.8	△	無し

【0119】

実施例9

Alに対して6重量%のYを添加した原料を高周波誘導溶解(Krのバブリング処理を含む)して、目的組成のインゴットを作製した。このインゴットに対して冷間圧延および機械加工を施し、直径127mm×厚さ5mmのAl合金ターゲットを得た。このAl合金ターゲットの組成は、Al-6wt%Y-20ppmKrであった。

【0120】

このようにして得たAl合金ターゲットを用いて、背圧 1×10^{-4} Pa、出力DC200W、スパッタ時間43minの条件で、直径5インチのガラス基板上に回転成膜して、厚さ350nmのAl合金膜を成膜した。このAl合金膜の組成、比抵抗、熱処理(573K)後のヒロック密度、エッチング残渣の有無を測定評価した。評価方法は実施例6と同様とした。

10

20

30

40

50

【0121】

また、本発明との比較例として、YおよびKrを添加しないで作製したAlターゲット（比較例3）と、Krを添加しない以外は実施例9と同一条件で作製したAl合金ターゲット（比較例4）とを用いて、それぞれ同様にAl膜およびAl合金膜をスパッタ成膜した。そして、これら各膜についても実施例6と同様に特性（熱処理後）を評価した。これらの結果を併せて表12に示す。

【0122】

【表12】

	ターゲット組成 (wt%)	膜組成 (wt%)	Al膜の特性評価結果		
			比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)	熱処理後の 耐ヒロック性 *1	エッチング 残渣 *2
実施例9	Al-6%Y- 20ppmKr	Al-6%Y- 1ppmKr	3.9	○	無し
比較例3	Al	Al	2.9	×	無し
比較例4	Al-6%Y	Al-6%Y	4.2	△	有り

10

【0123】

表12から明らかのように、本発明のAlスパッタリングターゲットを用いて成膜したAl合金膜は、耐ヒロック性およびエッチング性に優れることが分かる。よって、このようなAl合金膜を配線膜として用いることによって、ヒロックの発生を抑制した上で健全な微細配線網を再現性よく形成することが可能となる。

20

【0124】

実施例10

表13に示すように、YおよびKrを含有量を変化させたAlスパッタリングターゲットを、それぞれ実施例9と同様にして作製した後、実施例9と同一条件でスパッタ成膜して、それぞれAl合金膜（Al配線膜）を得た。これら各Al合金膜の特性を実施例9と同様にして測定、評価した。その結果を併せて表13に示す。

30

【0125】

【表13】

試 No	ターゲット組成 (wt%)	膜組成 (wt%)	Al膜の特性評価結果		
			比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)	熱処理後の 耐ヒロック性 *1	エッチング 残渣 *2
1	Al-0.5%Y- 200ppmKr	Al-0.49%Y- 0.7ppmKr	3.5	○	無し
2	Al-0.7%Y- 300ppmKr	Al-0.7%Y- 1.1ppmKr	3.7	○	無し
3	Al-1.6%Y- 20ppmKr	Al-1.55%Y- 0.8ppmKr	4.1	○	無し
4	Al-2.7%Y- 2%Kr	Al-2.6%Y- 230ppmKr	4.4	○	無し
5	Al-4.6%Y- 900ppmKr	Al-4.56%Y- 20ppmKr	5.0	○	無し
6	Al-7.0%Y- 10ppmKr	Al-6.9%Y- 0.1ppmKr	6.7	○	無し

10

【0126】

20

実施例11

Yに代えて各種元素を用いたAlターゲット(表14に組成を示す)を、それぞれ実施例9と同様にして作製した後、実施例9と同一条件でスパッタ成膜して、それぞれAl合金膜(Al配線膜)を得た。これら各Al合金膜の特性を実施例9と同様にして測定、評価した。その結果を併せて表14に示す。

【0127】

【表14】

試 No	ターゲット組成 (wt%)	膜組成 (wt%)	Al膜の特性評価結果		
			比抵抗 ($\mu\Omega\text{cm}$)	熱処理後の 耐ヒロック性 *1	エッチング 残渣 *2
1	Al-0.5%Gd- 200ppmKr	Al-0.5%Gd- 50ppmKr	3.7	△	無し
2	Al-2.0%Gd- 400ppmKr	Al-1.92%Gd- 19ppmKr	5.1	○	無し
3	Al-0.5%Th- 250ppmKr	Al-0.46%Th- 20ppmKr	4.4	△	無し
4	Al-2.0%Th- 600ppmKr	Al-1.91%Th- 6ppmKr	5.4	○	無し
5	Al-0.8%Re- 500ppmKr	Al-0.75%Re- 0.1ppmKr	4.2	○	無し
6	Al-1.5%B- 220ppmKr	Al-1.49%B- 2.2ppmKr	4.3	△	無し
7	Al-4.5%B- 200ppmKr	Al-4.5%B- 18ppmKr	5.0	△	無し
8	Al-1.5%Sc- 300ppmKr	Al-1.47%Sc- 3ppmKr	4.2	○	無し
9	Al-3.5%Sc- 10ppmKr	Al-3.48%Sc- 0.8ppmKr	5.2	△	無し
10	Al-0.5%Nd- 20ppmKr	Al-0.5%Nd- 1.2ppmKr	4.7	△	無し
11	Al-0.4%Dy- 100ppmKr	Al-0.39%Dy- 3ppmKr	3.9	△	無し
12	Al-2.3%Dy- 300ppmKr	Al-2.27%Dy- 20ppmKr	4.3	○	無し
13	Al-1.0%Cu- 30ppmKr	Al-0.9%Cu- 5ppmKr	3.5	○	無し
14	Al-1.5%Cu- 400ppmKr	Al-1.5%Cu- 30ppmKr	4.7	△	無し
15	Al-2.0%Cu- 650ppmKr	Al-2.0%Cu- 90ppmKr	4.9	△	無し

10

20

30

【0128】

上記した実施例6～11の各Al合金ターゲットをスパッタリングして得られたAl配線膜をLCDパネルのゲート線および信号線、半導体素子の配線網、SAWデバイスおよびTPHの配線として使用した。その結果、それぞれ信頼性の高い電子部品が得られた。

40

【0129】

【産業上の利用可能性】

以上の説明から明らかなように、本発明のスパッタリングターゲットによれば、巨大ダストの発生や比較的大きな凹部の発生を大幅に抑制することが可能となる。従って、このようなスパッタリングターゲットを用いて成膜した本発明のAl配線膜は、健全な微細配線が求められている半導体素子、液晶表示装置、弾性表面波装置などの配線として極めて有用である。

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第97/013885(WO, A1)
特開平08-037003(JP, A)
特開平06-346171(JP, A)
特公平04-055144(JP, B2)
特開平08-037186(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00-14/58
C22C 21/00
H01L 21/203
H01L 21/285