

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4783525号
(P4783525)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 3 C 14/14 (2006.01)

C 2 3 C 14/14 B

C 2 2 C 21/00 (2006.01)

C 2 2 C 21/00 A

C 2 3 C 14/34 (2006.01)

C 2 3 C 14/34 A

G O 2 F 1/1343 (2006.01)

G O 2 F 1/1343

H O 1 L 21/285 (2006.01)

H O 1 L 21/285 S

請求項の数 8 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-263085 (P2001-263085)
 (22) 出願日 平成13年8月31日(2001.8.31)
 (65) 公開番号 特開2003-73810 (P2003-73810A)
 (43) 公開日 平成15年3月12日(2003.3.12)
 審査請求日 平成20年2月27日(2008.2.27)

(73) 特許権者 000231464
 株式会社アルバック
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
 (74) 代理人 100087745
 弁理士 清水 善廣
 (74) 代理人 100098545
 弁理士 阿部 伸一
 (74) 代理人 100106611
 弁理士 辻田 幸史
 (74) 代理人 100092381
 弁理士 町田 悦夫
 (74) 代理人 100099287
 弁理士 吉岡 正志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜アルミニウム合金及び薄膜アルミニウム合金形成用スパッタリングターゲット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

合金成分として、0.5～15 atom%のMgと0.01～5 atom%のNd、Sc、Yのうちの1種または2種以上と、残部としてAl及び不可避免的不純物とから成ることを特徴とする薄膜アルミニウム合金。

【請求項 2】

前記合金成分として、0.5～15 atom%のMgと0.01～5 atom%のScと、残部としてAl及び不可避免的不純物とから成ることを特徴とする請求項1記載の薄膜アルミニウム合金。

【請求項 3】

前記薄膜アルミニウム合金は、25～500の温度範囲でアニール処理を行ったときのビッカース硬度が30HV以下であると共に絶対値表示の膜応力が30Kg/mm²以下であり、前記硬度と前記膜応力とが、前記アニール処理温度範囲に亘って所定の硬度範囲と膜応力範囲とに分布して、アニール処理温度に対してそれぞれ略一定であることを特徴とする請求項1または2に記載の薄膜アルミニウム合金。

【請求項 4】

前記合金成分を含むAl及び不可避免的不純物をスパッタリング法により基板上に成膜して成ることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の薄膜アルミニウム合金。

【請求項 5】

前記薄膜アルミニウム合金は、超塑性変形特性を備えて成ることを特徴とする請求項1

10

20

乃至4のいずれか1項に記載の薄膜アルミニウム合金。

【請求項6】

半導体素子用または液晶ディスプレイ用の電極若しくは配線材として用いられることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の薄膜アルミニウム合金。

【請求項7】

合金成分として、0.5～15 atom%のMgと0.01～5 atom%のNd、Sc、Yのうちの1種または2種以上と、残部としてAl及び不可避免的不純物とから成る薄膜アルミニウム合金を形成するためのスパッタリングターゲット。

【請求項8】

前記合金成分として、0.5～15 atom%のMgと0.01～5 atom%のScと、残部としてAl及び不可避免的不純物とから成ることを特徴とする請求項7記載のスパッタリングターゲット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶ディスプレイ等の平面型ディスプレイ回路や半導体集積回路の導電性薄膜材料として用いられる薄膜アルミニウム合金及び該薄膜アルミニウム合金の形成用スパッタリングターゲットに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子用や液晶ディスプレイ用の薄膜状の電極や配線材等として、従来、アルミニウム系合金や銅系合金が用いられている。このうち銅系合金は、酸化膜との密着性や耐食性が不充分であることや、プラズマエッチングが難しいことから、専ら特定用途のデバイスに用いられ、通常はアルミニウム系合金が用いられる。このようなアルミニウム材には、低比抵抗化及び耐ヒロック性が要求されている。このうち低比抵抗化の要求は、半導体素子はもちろんのこと近年の液晶ディスプレイ分野における大型化や配線幅の高精細化の傾向が加速されることに伴い、信号遅延を防止することを目的とするものである。また、他方の耐ヒロック性は、低比抵抗値を有する電極・配線材料としてアルミニウム合金を用いる場合に、電極・配線材膜の形成後の加熱処理（アニール処理）において、Alが元来耐熱性が低いことに起因して、このアルミニウム合金内の内部応力により生じる膜表面上の微小突起（ヒロック）の形成を防止する目的で要求されるものである。

【0003】

この種の耐ヒロック性を有するアルミニウム系合金として、例えば、特許2733006号により、Alに対して合金成分としてNd、Gd及びDyから選ばれた少なくとも1種を1.0 atom%超～15 atom%含有させたアルミニウム合金が知られている。すなわち、液晶ディスプレイ用基板上に形成されるアルミニウム系の電極材は、デバイス製造工程上不可避である加熱処理（アニール処理）を経ることによりヒロックが発生するので、このものでは、固溶効果による耐熱性の向上を目的として、AlにNd等を添加したアルミニウム合金を形成している。

【0004】

また、例えば、特開2000-235961号公報では、Alを主成分とし、副成分たる金属元素としてZr、Hf、Cu、Ti、Mo、W、Fe、Cr、Mn中から選ばれた少なくとも1種の元素の含有量を0.5～1.5 atom%とし、Alと合金を形成する半導体系元素としてSi、Ge中から選ばれた少なくとも1種の元素の含有量を0.5～1.5 atom%として成るアルミニウム合金を用いて導電性薄膜を形成している。このものでは、結晶粒界に偏析させてヒロックの発生を防止する目的で金属元素を含有させ、Alと合金を形成させてヒロックの発生を防止する目的で半導体系元素を含有させている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来のものはいずれも、Alに他の元素を添加する際に得られる固溶効果や偏析効果で強化することによりアルミニウム合金の耐熱性を向上させている。この場合、上記の固溶効果や偏析効果は同時に比抵抗値の増大も招くため、アルミニウム合金に対する材料にアニール処理を行っている。このようにすることにより、Alに固溶していた元素が析出し、比抵抗値増大の要因たる固溶状態の元素の総固溶量が減少するので比抵抗値が低下するのである。

ところが、上記のようなアニール処理による比抵抗値の低下は、アニール処理時の温度に依存するため、特に比較的低温度（略350以下）のアニール処理条件では、所望の低抵抗値を有するアルミニウム合金を得られないことがある。さらに、加熱処理時の温度に依存して比抵抗値が変動するため、温度環境にかかわらず比抵抗値を所定範囲に収束させることが困難である。

10

【0006】

また、固溶効果や偏析効果を得るために添加する元素の含有量が多いと、このようなアルミニウム合金から成る電極膜形成用スパッタリングターゲットを用いて成膜された膜の硬度が高くなる傾向にある。このような硬度の増大もアニール処理による添加元素の析出により抑制し得るものであるが、上記の比抵抗値の場合と同様にアニール処理時の温度に依存して硬度が変動するため、硬度を所定範囲に収束させることが困難である。

【0007】

本発明は、上記問題点に鑑み、アニール処理温度にかかわらず、常に安定した低い値の比抵抗を維持しながらヒロックの発生が抑制される薄膜アルミニウム合金及びこの薄膜アルミニウム合金を形成するために用いるスパッタリングターゲットを提供することを課題としている。

20

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の薄膜アルミニウム合金は、25～500の温度範囲でアニール処理を行ったときのビッカース硬度が30Hv以下であると共に絶対値表示の膜応力が30kg/mm²以下であり、前記硬度と前記膜応力とが、前記アニール処理温度範囲に亘って所定の硬度範囲と膜応力範囲とに分布する物性を有するものとした。このものでは、本来アニール処理温度に依存して変動する前記硬度値と前記応力値とが、前記アニール処理温度範囲に亘って僅少な変動幅で分布してアニール処理温度への依存性が近似的に無視できるようになり、両者ともアニール処理温度に対しておおむね一定であると見なすことができる。そして、残留応力（膜応力）が小さく低い硬度の薄膜を形成するのでヒロックの発生を抑制でき、Alが元来有する低い値の比抵抗も維持できる。

30

【0009】

なお、膜応力値が負数のときは圧縮応力として、正数のときは引張応力として膜応力を表すものとする。

【0010】

この場合、本発明の薄膜アルミニウム合金は、合金成分として、0.5～15atom%のMgと0.01～5atom%のNd、Sc、Yのうちの1種または2種以上と、残部としてAl及び不可避免的不純物とから成るものとする。Mgは、アルミニウム合金中の結晶核として添加され核発生密度を増大させるものであり、一方のNd、Sc、Yの元素群は、上記合金中の結晶粒界に偏析して結晶粒の粗大化を防止するものである。このように、上記元素をそれぞれ添加することにより、アニール処理の際にアルミニウム合金内の微細組織が維持されて、上記のように残留応力が僅少に留まり、低い硬度と低い値の比抵抗とを維持しながらヒロックの発生が抑制されるのである。

40

【0011】

なお、Mgの元素の含有量（組成比）が、0.5atom%未満であるとき、または、Nd、Sc、Yの元素群のうち1種または2種以上の元素の含有量（組成比）が、0.01atom%未満であるときは、ヒロック発生数が多すぎて実用的でない。また、Mgの元素の含有量（組成比）が、15atom%を超えると、または、Nd、Sc、Yのう

50

ちの1種または2種以上の元素の含有量（組成比）が、5 a t o m %を超えるとときは、硬度や比抵抗値が高くなるなどの問題がある。

【0012】

さらに、これらの薄膜アルミニウム合金は、その合金成分を含むA l 及び不可避的不純物をスパッタリング法により基板上に成膜することが可能である。なお、通常、スパッタリング成膜後の薄膜はアニール処理して使用されるが、本発明の薄膜アルミニウム合金はアニール処理温度に対する依存性がほとんどないため、上記のようなスパッタリング後のアニール処理は必ずしも必要でなく、薄膜の形成工程の簡素化を実現できる。（アニール効果が得られる温度範囲が低温方向にシフトしており、低温、例えば25 程度の室温でも、高温でも同様なアニール効果が期待できる。）

10

ところで、上記のような耐ヒロック性を有する薄膜アルミニウム合金は、超塑性変形、即ち、合金中の各微細結晶が互いに隣接して形成する結晶粒界が、合金内部の応力集中を緩和する変形過程で無数の粒界すべりを発生する現象を発現していると考えられるので、これに伴い超塑性変形特性を備えている。本発明の薄膜アルミニウム合金はその膜厚が数ミクロン以下であるうえに、場合によっては基板上に形成されるため、通常は物質の巨大伸びとして示される超塑性変形を直接測定できない。このため、超塑性変形特性として硬度特性や膜応力（内部残留応力）特性を測定し、薄膜アルミニウム合金が超塑性変形特性を備えることを間接的に把握した。なお、上記した室温で得られるアニール効果も超塑性変形特性が要因となる。

【0013】

20

また、これらのようにして得られる薄膜アルミニウム合金は、低比抵抗値を有しながらヒロック数の発生を抑制し得るので、半導体素子用または液晶ディスプレイ用の電極若しくは配線材として用いるのに好適である。

【0014】

さらに、このような薄膜アルミニウム合金をスパッタリング法で形成するためのスパッタリングターゲットを、アルミニウム合金の結晶核発生密度を増大させるための元素（M g）として0.5～15 a t o m %、及び、該合金の結晶粒の粗大化を防止するための元素群（N d、S c、Y）から選ばれた少なくとも1種の元素として0.01～5 a t o m %含有すると共に、残部をA l 及び不可避的不純物としたアルミニウム合金で構成する。そして、このターゲットを使用し、スパッタリングにより成膜された薄膜は、アニール処理を行った場合、低い値の比抵抗が維持されると共に、低い硬度を有し、ヒロックの発生が抑制される。

30

【0015】

なお、ターゲットの組成とこのターゲットをスパッタリングして得られる薄膜の組成は必ずしも一致せず、スパッタリング条件に左右されるものである。

【0016】

また、このようなスパッタリング法においては、ターゲットから飛来して基板上に固着した、結晶核発生を促進する元素（M g）による結晶粒の成長と、同じくターゲットから基板上に飛着した、結晶粒の粗大化を防止する元素（N d、S c、Yのうちの1種以上）による粒径成長の抑制とが並行して進行する結果、得られる結晶は微細構造を維持し、無数の結晶粒界により互いに隣接する構造となっている。即ち、スパッタリング法で薄膜が形成される際の環境は、無数の粒界すべりを発生メカニズムとする超塑性変形が発現される環境と同一のものであり、スパッタリング法を採用することは、本発明のアルミニウム合金が超塑性変形特性を備える大きな要因になると言える。

40

【0017】

【発明の実施の形態】

本発明の、薄膜アルミニウム合金を形成するスパッタリングターゲットを以下の方法にて作成する。即ち、初めにM g 金属を0.5～15 a t o m %含有し、N d、S c、Yの元素群から選ばれた1種または2種以上の金属を0.01～5 a t o m %含有し、残部がA l 及び不可避的不純物となるような組成割合の合金材料を真空誘導溶解炉を用い、アル

50

ゴン雰囲気中で溶解した後に造塊する。次に、このようにして得られた金属塊（インゴット）を通常の熱間加工変形した後に、切削加工によりスパッタリングターゲット形状に成形する。

【0018】

さらに、上記のスパッタリングターゲットを、通常のDCマグネトロンスパッタ装置に装着し、通常のスパッタリング条件にてシリコンウェハ上に薄膜アルミニウム合金として成膜した。

【0019】

その後、上記工程により得られた、成膜基板を真空中で25～500の温度範囲内の所定温度にて30分間保持した後に徐冷して、薄膜アルミニウム合金を得た。

10

【0020】

このようにして得られる薄膜アルミニウム合金は、下記[実施例]にて詳細するように、比抵抗値、硬度及びヒロック発生数が低い値に留まり、且つ、アニール温度に対してこれら比抵抗値、硬度及びヒロック発生数の変動が少ない、即ち、アニール処理温度の影響が軽微である、という物性を有するものである。そして、このことは、スパッタリング法の際に、基板とターゲットとの間に発生するプラズマによる熱輻射を受けて基板表面の温度がある程度上昇することも考慮すれば、本発明の薄膜アルミニウム合金は、アニール処理を必要とせずに常温でのスパッタリング成膜工程により形成しても、優れた耐ヒロック性等の物性を有し得ることを示す。

【0021】

20

したがって、上記薄膜アルミニウム合金は、半導体素子や液晶ディスプレイに用いる電極・配線材として好適である。

【0022】

また、上記したようにスパッタリング法による基板上的薄膜形成の環境は、微細構造を維持して成長した結晶が無数の結晶粒界を構成するという観点で超塑性変形の発現のための環境とよく一致しており、このようにして得られた薄膜アルミニウム合金は低硬度と耐ヒロック性を有し、さらに残留応力としての膜応力が低い値に留まっていることと相俟って、超塑性変形を経て形成されたと考えて良い。

【0023】

【実施例】

30

[実施例1] 3.3atôm%のMg金属と0.12atôm%のSc金属と残部としてAl金属とから成る合金材料を用意し、真空誘導溶解炉を用いてアルゴン雰囲気中で溶解し、その後に得られるインゴットを熱間加工変形し、切削加工によりスパッタリングターゲットとして成形する。このときのターゲットの寸法は、直径250mm及び厚さ15mmである。この寸法は本発明の実施に際して制限されるものではない。

【0024】

さらに、上記のスパッタリングターゲットを、DCマグネトロンスパッタ装置（株式会社アルバック製「セラウスZ 1000」スパッタ装置）に装着し、シリコンウェハ上に薄膜アルミニウム合金として成膜した。このときのスパッタリング条件は、スパッタリング電力として約9W/cm²、アルゴン濃度として 3×10^{-3} Torr、膜厚として3000（3000～10000）、成膜時の基板温度として室温乃至100、及び、シリコンウェハ寸法として直径6インチとした。このスパッタリング条件は、通常のものであり、本発明により限定されるものではない。

40

【0025】

その後、上記工程により得られた、成膜基板を真空中で25～500の温度範囲内の所定温度にて30分間保持した後に徐冷して、薄膜アルミニウム合金を得た。

【0026】

なお、本実施例のスパッタリング条件では、得られた薄膜アルミニウム合金の組成は、ターゲットの組成とほぼ等しかった。

【0027】

50

[比較例 1] 合金材料を A 1 のみとした以外は[実施例 1]と同様にしてスパッタリングターゲットを形成して、このターゲットと組成がほぼ等しい薄膜アルミニウム合金を得た。

【 0 0 2 8 】

[比較例 2] 合金材料の組成を、2 a t o m % の N d 金属と残部としての A 1 金属とから成るようにした以外は[実施例 1]と同様にしてスパッタリングターゲットを形成して、このターゲットと組成がほぼ等しい薄膜アルミニウム合金を得た。

【 0 0 2 9 】

所定のアニール処理温度を変更した場合の[実施例 1]及び[比較例 1]、[比較例 2]の各薄膜アルミニウム合金の硬度をマイクロビッカース装置により測定したところ、下記[表 1]及び[図 1]に示す測定結果が得られた。

【 0 0 3 0 】

【表 1】

アニール処理温度 (°C)	合金のビッカース硬度		
	[比較例 1] (Hv)	[比較例 2] (Hv)	[実施例 1] (Hv)
25	30.86	41.61	8.3
200	30.80	45.60	6.9
250	28.70	48.27	6.8
300	20.40	44.65	6.8
350	14.20	32.38	6.1
400	10.20	25.40	6.9
450	10.50	22.30	7.1
500	9.80	21.40	7.0

【 0 0 3 1 】

[表 1]及び[図 1]から明らかなように、本発明の薄膜アルミニウム合金はアニール処理温度に大きく依存せずに低水準の硬度を維持している。即ち、[実施例 1]において、25 ~ 500 における硬度の平均値（線形近似法による、以下本実施例において同じ）が 7 . 1 H v であるのに対し変動幅（最小値と最大値との差）は 2 . 2 H v であり、特に、200 ~ 500 においては、硬度の平均値が 6 . 8 H v であるのに対して変動幅が 0 . 9 H v であり、変動幅が著しく低下して、アニール処理温度に対して硬度が一定であると見なすことができる。これと比較して、[比較例 1]及び[比較例 2]の合金では、200 ~ 400 のアニール処理温度範囲の前後で硬度値が大きく変動して、これらの合金の硬度は、アニール処理温度に対する依存性が大きいことを示している。

【 0 0 3 2 】

また、所定のアニール処理温度を変更した場合の[実施例 1]及び[比較例 1]、[比較例 2]の各薄膜アルミニウム合金の膜応力を、一定法を用いた X 線回折装置による膜歪値として測定したところ、下記[表 2]及び[図 2]に示す測定結果が得られた。

【 0 0 3 3 】

【表 2】

アニール処理温度 (°C)	合金の膜応力		
	[比較例 1] (kg/mm ²)	[比較例 2] (kg/mm ²)	[実施例 1] (kg/mm ²)
25	12.000	32.700	5.300
200	13.200	36.900	5.400
250	6.500	37.200	4.400
300	5.300	37.100	4.700
350	5.200	27.500	4.400
400	4.800	12.500	4.400
450	4.900	10.300	4.300
500	4.500	10.100	4.200

【 0 0 3 4 】

[表 2]及び[図 2]から明らかなように、本発明の薄膜アルミニウム合金はアニール処理

温度に大きく依存せずに低水準の膜応力（残留応力）を維持している。即ち、[実施例 1]において、25 ～ 500 における膜応力の平均値が 4.756 kg/mm^2 であるのに対し変動幅（最小値と最大値との差）は 1.200 kg/mm^2 であり、特に、250 ～ 500 においては、膜応力の平均値が 4.400 kg/mm^2 であるのに対して変動幅が 0.500 kg/mm^2 であり、変動幅が著しく低下して、アニール処理温度に対して膜応力が一定であると見なすことができる。これと比較して、[比較例 1] 及び [比較例 2] の合金では、200 ～ 300 のアニール処理温度範囲の前後で膜応力値が大きく変動して、これらの合金の膜応力は、アニール処理温度に対する依存性が大きいことを示している。

【0035】

10

これは、上記の[表 1]及び[図 1]の結果と相俟って、内部応力の集中が十分に緩和されたことを示しており、ヒロックの発生が妨げられていることを示している。

【0036】

また、所定のアニール処理温度を変更した場合の[実施例 1]及び[比較例 1]、[比較例 2]の各薄膜アルミニウム合金の膜表面に発生するヒロック数を、SEM（電子顕微鏡）観察により測定したところ、下記[表 3]及び[図 3]に示す測定結果が得られた。

【0037】

【表 3】

アニール処理温度 (°C)	合金膜表面のヒロック数		
	[比較例 1] (ヶ/mm ²)	[比較例 2] (ヶ/mm ²)	[実施例 1] (ヶ/mm ²)
25	0	0	0
200	6000	0	0
250	9600	0	0
300	17400	0	0
350	23800	0	0
400	31000	10	0
450	39000	4000	0
500	51000	16000	10

20

【0038】

[表 3]及び[図 3]から明らかなように、本発明の薄膜アルミニウム合金は耐ヒロック性が

30

【0039】

また、所定のアニール処理温度を変更した場合の[実施例 1]及び[比較例 1]、[比較例 2]の各薄膜アルミニウム合金の比抵抗値を、室温において四探針法によるシート抵抗値を測定し、その値と膜厚とから算出したところ、下記[表 4]及び[図 4]に示す測定結果が得られた。

【0040】

【表 4】

アニール処理温度 (°C)	合金の比抵抗値		
	[比較例 1] ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	[比較例 2] ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	[実施例 1] ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)
25	2.80	10.20	4.6
200	2.79	9.80	3.8
250	2.78	9.70	3.5
300	2.77	7.80	3.2
350	2.80	3.80	3.0
400	2.81	3.40	3.3
450	2.78	3.40	3.1
500	2.78	3.30	3.0

40

【0041】

[表 4]及び[図 4]から明らかなように、本発明の薄膜アルミニウム合金は低い値の比抵抗

50

を維持すると共に、アニール処理温度が高いと比抵抗値がさらに低下し、高純度の Al の比抵抗値に近い値を示すようになる。

【 0 0 4 2 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明の薄膜アルミニウム合金は、アニール処理温度に大きく依存せずに、低い値の比抵抗と硬度とを維持しながら優れた耐ヒロック性を有する。そして、残留応力としての膜応力値から、この特性は超塑性変形の発現により得られるものとするのが妥当である。さらに、このような薄膜アルミニウム合金を構成する元素を含むスパッタリングターゲットを使用することにより、スパッタリング法により上記薄膜アルミニウム合金を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

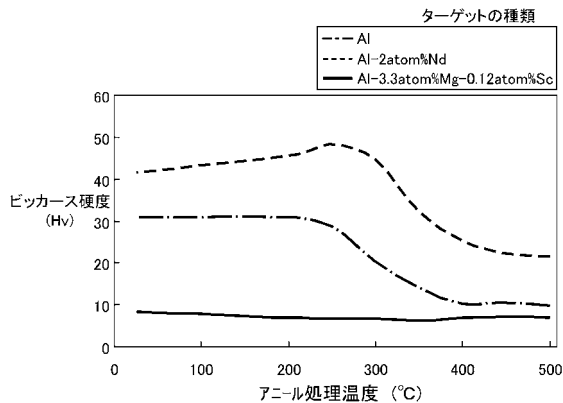
【図 1】アニール処理温度（ ）と薄膜アルミニウム合金形成用スパッタリングターゲットの種類に対応するビッカース硬度（Hv）との関係を示すグラフ。

【図 2】アニール処理温度（ ）と薄膜アルミニウム合金形成用スパッタリングターゲットの種類に対応する膜応力（ kg/mm^2 ）との関係を示すグラフ。

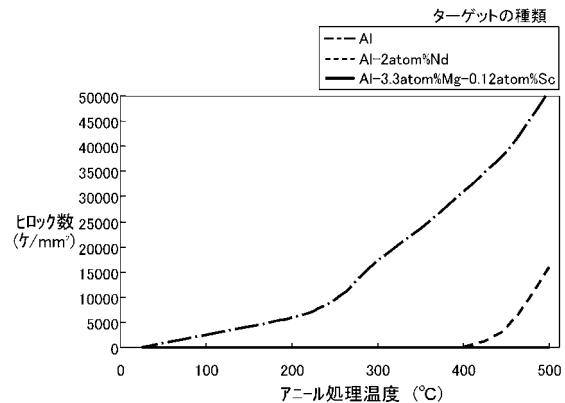
【図 3】アニール処理温度（ ）と薄膜アルミニウム合金形成用スパッタリングターゲットの種類に対応する膜表面のヒロック数（ ヶ/mm^2 ）との関係を示すグラフ。

【図 4】アニール処理温度（ ）と薄膜アルミニウム合金形成用スパッタリングターゲットの種類に対応する比抵抗値（ $\mu \cdot \text{cm}$ ）との関係を示すグラフ。

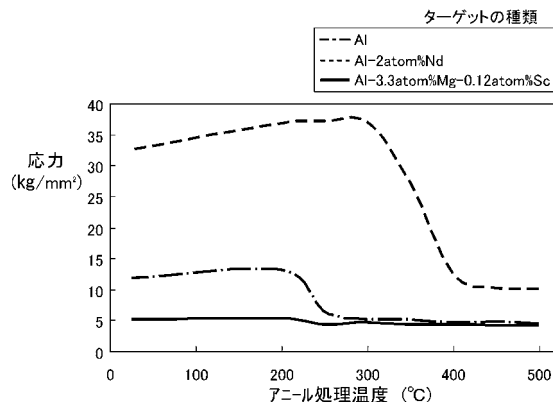
【図 1】



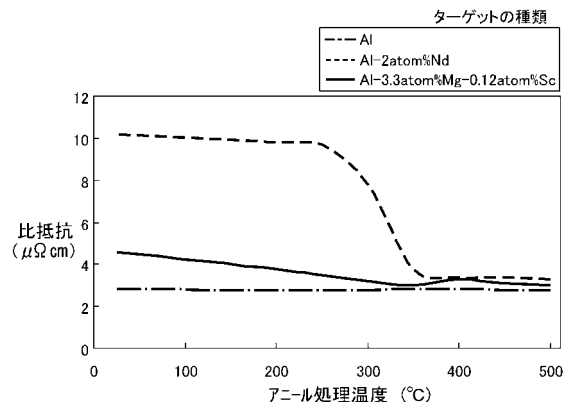
【図 3】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/285 3 0 1

(72)発明者 萩原 淳一郎
鹿児島県始良郡横川町上ノ3313 ユーマット株式会社 九州工場内
(72)発明者 徳田 一朗
鹿児島県始良郡横川町上ノ3313 ユーマット株式会社 九州工場内

審査官 鮎沢 輝万

(56)参考文献 特開平02-274008(JP,A)
特開平11-258625(JP,A)
特許第3096699(JP,B2)
R. SPOLENAK et al., Effects of alloying elements on electromigration, Microelectronics
Reliability, 1998年, Vol. 38, p.1015-1020

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 14/00-14/58
C22C 21/00
G02F 1/1343
H01L 21/285