

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月2日(02.01.2020)



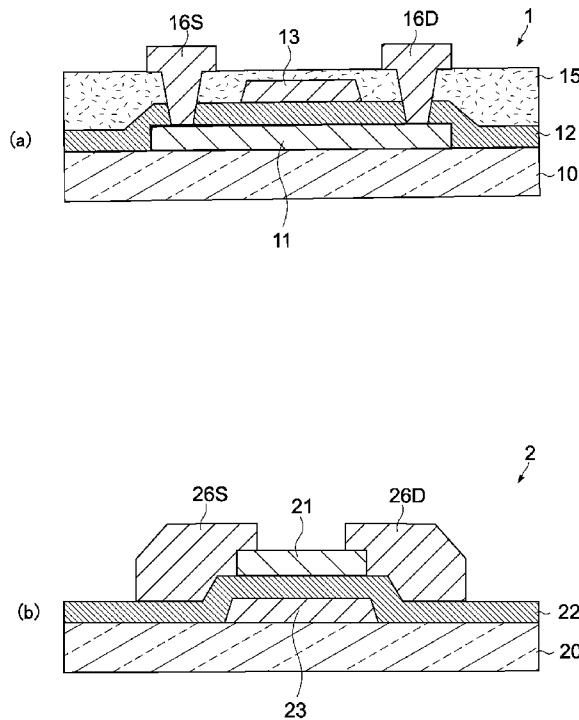
(10) 国際公開番号

WO 2020/003667 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 21/00 (2006.01) *H01L 21/285* (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01) *H01L 29/423* (2006.01)
C23C 14/14 (2006.01) *H01L 29/49* (2006.01)
C23C 26/00 (2006.01) *H01L 29/786* (2006.01)
H01L 21/28 (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/013570
- (22) 国際出願日: 2019年3月28日(28.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2018-123157 2018年6月28日(28.06.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社アルバック (ULVAC, INC.)
 [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 氏原 祐輔 (UJIHARA, Yuusuke);
 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
 小林 大士 (KOBAYASHI, Motoshi); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
 赤松 泰彦 (AKAMATSU, Yasuhiko); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
 永田 智啓 (NAGATA, Tomohiro); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
 中村 亮太 (NAKAMURA, Ryuta); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

(54) Title: ALUMINUM ALLOY FILM, METHOD FOR PRODUCING SAME, AND THIN FILM TRANSISTOR

(54) 発明の名称: アルミニウム合金膜、その製造方法、及び薄膜トランジスタ



(57) Abstract: [Problem] To provide an aluminum alloy film having excellent bending resistance and heat resistance, and a thin film transistor which is provided with said aluminum alloy film. [Solution] To solve the problem, an aluminum alloy film according to an embodiment of the present invention contains at least one first additive element selected from the group of Zr, Sc, Mo, Y, Nb, and Ti added to pure Al. The content of the first additive element is 0.01-1.0 atom%. As a result, this aluminum alloy film has excellent bending resistance and heat resistance. Furthermore, the aluminum



WO 2020/003667 A1

Ryouta); 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園
2500番地 株式会社アルバック内
Kanagawa (JP). 新田 純一(NITTA, Jyunichi);
〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500
番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
中台 保夫(NAKADAI, Yasuo); 〒2538543 神奈
川県茅ヶ崎市萩園2500番地 株式会
社アルバック内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人:大森 純一(OMORI, Junichi); 〒1070052
東京都港区赤坂7-5-47 U & M
赤坂ビル2F Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

alloy film is allowed to be etched.

(57) 要約:【課題】本発明の目的は、屈曲耐性及び耐熱性に優れたアルミニウム合金膜、及び、該アルミニウム合金膜を備えた薄膜トランジスタを提供することにある。【解決手段】上記目的を達成するため、本発明の一形態に係るアルミニウム合金膜は、Al純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有されている。上記第1添加元素の含有量が0.01原子%以上1.0原子%以下である。このようなアルミニウム合金膜であれば、アルミニウム合金膜が優れた屈曲耐性を有し、優れた耐熱性を有する。また、アルミニウム合金膜は、エッチングも可能になる。

明 細 書

発明の名称：

アルミニウム合金膜、その製造方法、及び薄膜トランジスタ

技術分野

[0001] 本発明は、アルミニウム合金膜、その製造方法、及びアルミニウム合金膜を備えた薄膜トランジスタに関する。

背景技術

[0002] 液晶表示素子、有機EL表示素子等の薄膜トランジスタ（TFT）では、例えば、Al配線が低抵抗配線材料として使用されることがある。

[0003] しかし、配線の中でもゲート電極は、一般的に製造工程の途中で形成されることから、ゲート電極形成後にアニール処理による熱履歴を受けることになる。このため、ゲート電極の材料としては、熱履歴に耐え得る高融点金属（例えば、Mo）が使用されることが多い（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-156482号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、Moといった高融点金属を曲面形状の画面を持ったディスプレイや、折り曲げ可能なフォルダブルディスプレイの曲面部の電極に適用した場合、高融点金属が十分な屈曲耐性を持っていないことから、電極が屈曲によって破断する可能性がある。

[0006] また、高融点金属に代えて、屈曲性に優れた電極材に採用した場合には、電極が熱履歴に対して十分な耐性を備えている必要がある。

[0007] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、屈曲耐性及び耐熱性に優れたアルミニウム合金膜、及び、該アルミニウム合金膜を備えた薄膜トランジスタを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係るアルミニウム合金膜は、Al純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有されている。

上記第1添加元素の含有量が0.01原子%以上1.0原子%以下である。

このようなアルミニウム合金膜であれば、アルミニウム合金膜が優れた屈曲耐性を有し、優れた耐熱性を有する。また、アルミニウム合金膜は、エッチングも可能になる。

[0009] 上記のアルミニウム合金膜においては、さらに、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、上記第2添加元素の含有量が0.2原子%以上3.0原子%以下でもよい。

このようなアルミニウム合金膜であれば、アルミニウム合金膜が優れた屈曲耐性を有し、さらに、優れた耐熱性を有する。また、アルミニウム合金膜は、エッチングも可能になる。

[0010] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係るアルミニウム合金膜は、Al純金属に、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有されている。

上記第2添加元素の含有量は、0.2原子%以上3.0原子%以下でもよい。

このようなアルミニウム合金膜であれば、アルミニウム合金膜が優れた屈曲耐性を有し、さらに、優れた耐熱性を有する。また、アルミニウム合金膜は、エッチングも可能になる。

[0011] 上記のアルミニウム合金膜においては、さらに、Ce、Nd、La、及びGdの群から選択される少なくとも1種の第3添加元素が含有され、上記第3添加元素の含有量が0.1原子%以上1.0原子%以下でもよい。

このようなアルミニウム合金膜であれば、アルミニウム合金膜が優れた屈

曲耐性を有し、粒界に第3添加元素が析出することで優れた耐熱性を有する。また、また、アルミニウム合金膜は、エッチングも可能になる。

[0012] 上記のアルミニウム合金膜においては、屈曲半径1 mmに折り曲げられた場合に耐え得る屈曲耐性を有してもよい。

[0013] 上記のアルミニウム合金膜においては、ドライエッチング及びウェットエッチングが可能であってもよい。

[0014] 上記のアルミニウム合金膜においては、表面粗さP-V値が50 nm以下であってもよい。

[0015] 上記のアルミニウム合金膜においては、比抵抗が $10 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下であってもよい。

[0016] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る薄膜トランジスタは、上記のアルミニウム合金膜で構成されたゲート電極を具備する。

[0017] また、上記目的を達成するため、本発明の一形態では、上記のアルミニウム合金膜の製造方法が提供される。

発明の効果

[0018] 以上述べたように、本発明によれば、屈曲耐性及び耐熱性に優れたアルミニウム合金膜、その製造方法及び、該アルミニウム合金膜を備えた薄膜トランジスタが提供される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本実施形態に係るA1合金膜を有する薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図2]表4に例示したA1合金インゴットの組成分析の観測点を説明する概念図である。

[図3]表5に示されたアルミ合金インゴットの光学顕微鏡像である。

[図4]本実施形態に係るアルミ合金インゴットの電子顕微鏡像である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。各図面には、XYZ軸座標が導入される場合がある。また、同一の部材または同一の機能

を有する部材には同一の符号を付し、その部材を説明した後には適宜説明を省略する場合がある。

[0021] (薄膜トランジスタ)

[0022] 図1(a)及び図1(b)は、本実施形態に係るAl合金膜を有する薄膜トランジスタの概略断面図である。

[0023] 図1(a)に示す薄膜トランジスタ1は、トップゲート型の薄膜トランジスタである。薄膜トランジスタ1では、ガラス基板10上に、活性層(半導体層)11、ゲート絶縁膜12、ゲート電極13、及び保護層15が積層されている。活性層11は、例えば、LTPS(low temperature poly-silicon)で構成される。活性層11は、ソース電極16S及びドレイン電極16Dに電氣的に接続されている。

[0024] 図1(b)に示す薄膜トランジスタ2は、ボトムゲート型の薄膜トランジスタである。薄膜トランジスタ2では、ガラス基板20上に、ゲート電極23、ゲート絶縁膜22、活性層21、ソース電極26S、及びソース電極26Dが積層されている。活性層21は、例えば、IGZO(In-Ga-Zn-O)系酸化物半導体材料で構成される。活性層21は、ソース電極26S及びドレイン電極26Dに電氣的に接続されている。

[0025] ゲート電極13、23の厚みは、特に限定されず、例えば、100nm以上600nm以下、好ましくは、200nm以上400nm以下である。100nm未満の厚みではゲート電極13、23の低抵抗化が困難になる。600nmを超える厚みでは、薄膜トランジスタ2の屈曲耐性が低下する傾向にある。ゲート電極13、23は、本実施形態に係るAl合金膜で構成される。ゲート電極13、23(Al合金膜)の比抵抗は、例えば、 $15\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、好ましくは、 $10\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下に設定されている。

[0026] ゲート電極13、23は、ベタ状のAl合金膜がスパッタリング法で成膜された後、所定形状にパターニングされることで形成される。スパッタリング法は、例えば、DCスパッタリング法、パルスDCスパッタリング法、RFスパッタリング法等が適用される。ベタ状のAl合金膜のパターニングに

は、ウェットエッチング、ドライエッチングのいずれかが適用される。ゲート電極 1 3、2 3 の成膜及びパターニングは、一般的に薄膜トランジスタ 1、2 の製造工程の途中で行われる。

[0027] 例えば、薄膜トランジスタ 1、2 の製造工程では、必要に応じて加熱処理（アニール）が施される。例えば、活性層 1 1 の活性化のために、5 5 0℃以上 6 5 0℃以下で、3 0 秒以上 3 0 分以下の加熱処理がなされる場合がある。また、ゲート絶縁膜 2 2 においては、絶縁性の補修のために、3 5 0℃以上 4 5 0℃以下で、3 0 分以上 1 8 0 分以下の加熱処理がなされる場合がある。

[0028] 従って、ゲート電極 1 3、2 3 の材料としては、このような熱履歴に耐え得る高融点金属（例えば、Mo）を選択する手法もある。

[0029] しかし、近年では、薄膜トランジスタ 1、2 がフラット型の表示デバイスだけでなく、周縁部が湾曲したカーブ（Curved）型の表示デバイス、円弧状に折り曲げられたベンダブル（Bendable）型の表示デバイス、1 8 0 度折り畳み可能なフォルダブル（Foldable）型の表示デバイス等に適用される場合がある。

[0030] このような表示デバイスの曲面部に、高融点金属（例えば、Mo）がベース材料となったゲート電極が適用されると、高融点金属が十分な屈曲耐性を持っていないことから、ゲート電極の一部が亀裂して、該電極が破断する可能性がある。特に、ゲート電極は、単に電流を流す配線ではなく、対向する半導体層にチャンネルを形成する役割を有することから表示デバイスの曲面部にゲート電極が適用された場合、ゲート電極は、亀裂、破断がなく、優れた屈曲耐性を備えていることが望ましい。

[0031] これに対処するために、柔軟性に優れた A 1 純金属をゲート電極の材料に適用する方法がある。しかし、A 1 純金属でゲート電極を構成すると、加熱処理の履歴によって A 1 の結晶粒径が大径化し、ゲート電極内に応力（圧縮応力、引張応力）が発生して、電極表面にヒロックが発生する場合がある。

[0032] このようなヒロックがゲート電極から剥離すると、ゲート電極が高抵抗に

なったり、ゲート電極が断線したりする可能性がある。さらに、ヒロック上に別の膜が形成された場合には、この膜が下地のヒロックの形状を受けて、高抵抗になったり、膜が断線したりする可能性がある。

[0033] また、ゲート電極 13、23のパターニングでは、ウェットエッチング及びドライエッチングのいずれかが適用されるため、ゲート電極 13、23においては、ウェットエッチング及びドライエッチングで残渣なく加工されることが要求される。

[0034] このように、ゲート電極 13、23を構成する電極材としては、ゲート電極 13、23が低抵抗であることは基より、屈曲半径 1 mmに折り曲げられても耐え得る屈曲耐性を有していること、ヒロックが発生しにくい優れた耐熱性を有していること、残渣なくエッチング加工ができることが要求される。

[0035] (A1合金膜)

[0036] 本実施形態では、上記の課題に対処するために、ゲート電極 13、23の材料として、以下に説明する A1合金膜が適用される。

[0037] 本実施形態に係る A1合金膜は、A1純金属をベース材料とし、A1純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有されている。ここで、A1合金膜において、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整されている。

[0038] このような A1合金膜であれば、優れた屈曲耐性を有するとともに、第1添加元素の添加による効果が発揮される。

[0039] 例えば、第1添加元素の添加による作用として、A1合金膜に加熱処理がなされたとしても、A1と第1添加元素とによる微小な金属間化合物（平均粒径：1 μm以下）がA1合金内で分散形成されることがあげられる。これにより、例えば、金属間化合物によるオロワン応力がA1合金における転位線移動の障壁として働き、A1合金膜に加熱処理が施されても、A1合金膜

の塑性変形が抑制される。この結果、A1合金膜には、ヒロックが発生しにくくなり、耐熱性の高いA1合金膜が形成される。

[0040] 特に、表示デバイスの製造中に、ゲート電極13、23にヒロックが発生すると、ゲート電極13、23、他の配線膜の電氣的不良が生じる可能性がある。本実施形態では、上記のA1合金膜をゲート電極13、23に適用し、信頼性の高い表示デバイスを提供することができる。

[0041] ここで、第1添加元素の含有量が0.01原子%より小さいと、A1合金膜に加熱処理が施された場合、A1合金膜内の金属間化合物の濃度が低く、A1合金膜にヒロックが発生しやすくなる。すなわち、A1合金膜の耐熱性が低下し、好ましくない。一方、第1添加元素の含有量が1.0原子%より大きいと、耐熱性は維持されるものの、A1合金膜の屈曲耐性が悪くなるとともに、A1合金膜の比抵抗が増加するので、好ましくない。

[0042] また、上記の濃度で第1添加元素が含有したA1合金膜であれば、ウェットエッチング、ドライエッチングのいずれも可能になる。

[0043] また、A1合金膜としては、第1添加元素に代えて、A1純金属に、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有されてもよい。この場合、A1合金膜において、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整されている。

[0044] このようなA1合金膜であれば、優れた屈曲耐性を有するとともに、第2添加元素の添加による効果が発揮される。

[0045] 例えば、第2添加元素の添加による作用として、A1合金膜に加熱処理がなされたとしても、第2添加元素がA1に良好に固溶され、A1合金膜の塑性変形が抑制されることがあげられる。また、A1と第2添加元素とは、A1合金膜内で金属間化合物を形成する場合もある。この結果、A1合金膜には、ヒロックが発生しにくくなり、耐熱性の高いA1合金膜が形成される。

[0046] ここで、第2添加元素の含有量が0.2原子%より小さいと、A1合金膜に加熱処理が施された場合、A1合金膜内での第2添加元素（固溶強化元素

)の濃度が低く、Al合金膜にヒロックが発生しやすくなる。すなわち、Al合金膜の耐熱性が低下し、好ましくない。一方、第2添加元素の含有量が3.0原子%より大きいと、耐熱性は維持されるものの、Al合金膜の屈曲耐性が悪くなるとともに、Al合金膜の比抵抗が増加するので、好ましくない。

[0047] また、上記の濃度で第2添加元素が含有したAl合金膜であれば、ウェットエッチング、ドライエッチングのいずれも可能になる。

[0048] また、Al合金膜においては、第1添加元素及び第2添加元素がAl純金属に添加されてもよい。

[0049] 例えば、Al合金膜は、Al純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、さらに、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有された膜でもよい。この場合、Al合金膜において、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整され、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整されている。

[0050] このようなAl合金膜であれば、優れた屈曲耐性を有するとともに、第1添加元素の添加による効果と、第2添加元素の添加による効果とが相乗的に発揮される。

[0051] 例えば、加熱処理前のAl合金膜においては、金属間化合物が十分に分散形成されていない場合がある。このような場合でも、Al合金膜には、第2添加元素（固溶強化元素）が既に含有されているため、Al合金膜は、既にヒロックが形成されにくい状態にある。一方、Al合金膜が加熱処理されて、Al合金膜中に一旦、金属間化合物が分散形成されてしまえば、Alと第2添加元素とによる凝集物によってAl合金膜中に応力が発生したとしても、Alと第1添加元素による金属間化合物によって転位線の移動が抑制され

る。このため、A l 合金中にヒロックが形成されにくい。

[0052] また、A l 合金膜は、A l 純金属に、Z r、S c、M o、Y、N b、及び T i の群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、さらに、C e、N d、L a、及びG dの群から選択される少なくとも1種の第3添加元素が含有された膜でもよい。この場合、A l 合金膜において、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整され、第3添加元素の含有量は、例えば、0.1原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.2原子%以上0.7原子%以下に調整されている。

[0053] このようなA l 合金膜であれば、優れた屈曲耐性を有するとともに、第1添加元素の添加による効果と、第3添加元素の添加による効果とが相乗的に発揮される。

[0054] 例えば、第3添加元素が第1添加元素を含むA l 合金に添加されることにより、第1添加元素の機能がより促進する。例えば、第3添加元素がA l 合金に添加されると、A l と第1添加元素とによる金属間化合物がA l 合金中により均一に分散される。

[0055] さらに、第3添加元素は、加熱処理がなされると、粒界に向かって析出する性質を有する。これにより、A l 合金膜においては、粒界が障壁となり、隣接する微結晶が繋がって結晶が粗大化する現象が抑制される。この結果、A l 合金膜内には応力が発生しにくくなり、A l 合金膜の耐熱性がさらに向上する。

[0056] ここで、第3添加元素の含有量が0.1原子%より小さくなると、A l 合金膜の耐熱性が減少し、好ましくない。一方、第3添加元素の含有量が1.0原子%よりも大きくなると、A l 合金膜にウェットエッチングまたはドライエッチングを施した場合、残渣が発生しやすく、好ましくない。

[0057] また、A l 合金膜は、A l 純金属に、M n、S i、C u、G e、M g、A g 及びN i の群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、さらに、C e、N d、L a、及びG dの群から選択される少なくとも1種の

第3添加元素が含有された膜でもよい。この場合、A1合金膜において、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整され、第3添加元素の含有量は、例えば、0.1原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.2原子%以上0.7原子%以下に調整されている。

[0058] このようなA1合金膜であれば、優れた屈曲耐性を有するとともに、第2添加元素の添加による効果と、第3添加元素の添加による効果とが相乗的に発揮される。

[0059] 例えば、第3添加元素が第2添加元素を含むA1合金に添加されることにより、第2添加元素の機能がより促進する。例えば、第3添加元素がA1合金に添加されることにより、第2添加元素がA1合金中により均一に分散される。さらに、第3添加元素が加熱処理によって粒界に向かう性質から、A1合金膜においては、隣接する微粒子が繋がって微粒子が粗大化する現象が抑制される。この結果、A1合金膜内には応力が発生しにくくなり、A1合金膜の耐熱性がさらに向上する。

[0060] また、A1合金膜は、A1純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、さらに、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、さらに、Ce、Nd、La、及びGdの群から選択される少なくとも1種の第3添加元素が含有された膜でもよい。この場合、A1合金膜において、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整され、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整され、第3添加元素の含有量は、例えば、0.1原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.2原子%以上0.7原子%以下に調整されている。

[0061] このようなA1合金膜であれば、優れた屈曲耐性を有するとともに、第1

添加元素の添加による効果と、第2添加元素の添加による効果と、第3添加元素の添加による効果とが相乗的に発揮される。

[0062] (アルミニウム合金ターゲット)

[0063] 上記のA | 合金膜で構成されたゲート電極13、23は、例えば、真空槽内でスパッタリング成膜によって形成される。スパッタリング成膜で用いられるスパッタリングターゲットとしては、薄膜トランジスタ1、2のゲート電極13、23形成用のアルミニウム合金ターゲット(A | 合金ターゲット)が用いられる。

[0064] A | 合金ターゲットとしては、A | 合金膜と同じ組成のターゲットが準備される。例えば、A | 合金ターゲットは、純度5N(99.999%)以上のA | 純金属片に、第1添加元素、第2添加元素、及び第3添加元素の少なくともいずれかの金属片、金属粉等が混合されて、これらの混合材料が誘導加熱等の溶解法により坩堝内で簡便に作製される。

[0065] 第1添加元素、第2添加元素、及び第3添加元素の少なくともいずれかの添加量が上記の範囲に設定されることにより、金属化合物の相図における固相線と液相線との温度差が小さくなり、金属間化合物等による初晶が坩堝内で沈降しにくいA | 合金インゴットが形成される。すなわち、A | 合金インゴット中には、第1添加元素、第2添加元素、及び第3添加元素の少なくともいずれかが均一に分散されている。A | 合金インゴットには、鍛造・圧延・プレス等の塑性加工が施され、A | 合金インゴットが板状、円板状に加工されることで、A | 合金ターゲットが作製される。

[0066] 例えば、A | 合金ターゲットには、A | 純金属をベース材料とし、A | 純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有されている。ここで、A | 合金ターゲットにおいて、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整されている。

[0067] また、A | 合金ターゲットには、第1添加元素に代えて、A | 純金属に、

Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有されてもよい。この場合、Al合金ターゲットにおいて、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整されている。

[0068] また、Al合金ターゲットには、第1添加元素及び第2添加元素がAl純金属に添加されてもよい。

[0069] 例えば、Al合金ターゲットは、Al純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、さらに、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有されてもよい。この場合、Al合金ターゲットにおいて、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整され、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整されている。

[0070] また、Al合金ターゲットには、Al純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、さらに、Ce、Nd、La、及びGdの群から選択される少なくとも1種の第3添加元素が含有されてもよい。この場合、Al合金ターゲットにおいて、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整され、第3添加元素の含有量は、例えば、0.1原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.2原子%以上0.7原子%以下に調整されている。

[0071] また、Al合金ターゲットには、Al純金属に、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、さらに、Ce、Nd、La、及びGdの群から選択される少なく

とも1種の第3添加元素が含有されてもよい。この場合、A1合金ターゲットにおいて、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整され、第3添加元素の含有量は、例えば、0.1原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.2原子%以上0.7原子%以下に調整されている。

[0072] また、A1合金ターゲットには、A1純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、さらに、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、さらに、Ce、Nd、La、及びGdの群から選択される少なくとも1種の第3添加元素が含有されてもよい。この場合、A1合金ターゲットにおいて、第1添加元素の含有量は、例えば、0.01原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.1原子%以上0.5原子%以下に調整され、第2添加元素の含有量は、例えば、0.2原子%以上3.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.5原子%以上1.5原子%以下に調整され、第3添加元素の含有量は、例えば、0.1原子%以上1.0原子%以下に調整され、好ましくは、0.2原子%以上0.7原子%以下に調整されている。

[0073] このようなA1合金ターゲットを用いてスパッタリング成膜されたA1合金膜は、上記の優れた効果を奏する。

[0074] また、スパッタリングターゲットをA1純金属のみで作製すると、A1インゴットが鍛造・圧延・プレス等の塑性加工中に熱を受け、A1インゴット中にA1結晶粒が成長する場合がある。このようなA1インゴットから作製されたA1ターゲットにもA1結晶粒が存在することになり、成膜中にA1結晶粒がプラズマからの熱を受けてA1ターゲット表面で突起物が形勢される。この突起物は、異常放電の原因になったり、成膜中に突起物がA1ターゲットから飛び出したりする可能性がある。

[0075] これに対して、本実施形態のA1合金ターゲットは、A1純金属に、第1

添加元素、第2添加元素、及び第3添加元素の少なくともいずれかが上記の添加量で添加されている。これにより、Al合金インゴットが鍛造・圧延・プレス等の塑性加工中に熱を受けたとしても、Al合金インゴット中にAl合金結晶粒が成長しにくくなる。従って、Al合金ターゲットがプラズマから熱を受けても、Al合金ターゲット表面には突起物が発生しにくく、異常放電、突起物のスプラッシュが起きにくくなる。また、異常放電、突起物のスプラッシュが抑制されることから、Al合金ターゲットを高パワーのスパッタリング成膜にも適用することができる。

[0076] 特に、Ce、Mn、及びSiの少なくともいずれかが添加されたAl合金インゴット（または、Al合金ターゲット）では、粒子間の粒界におけるCe、Mn、及びSiの少なくともいずれかの含有量が粒子内におけるCe、Mn、及びSiの少なくともいずれかの含有量よりも高くなる。ここで、粒子の平均粒径は、10 μ m以上100 μ m以下に調製される。平均粒径は、レーザ回折法、電子顕微鏡像を用いた画像解析等によって求められる。

[0077] これにより、Al合金インゴット（または、Al合金ターゲット）においては、粒界が障壁となり、隣接する微粒子が繋がって微粒子が粗大化する現象が抑制される。この結果、Al合金ターゲットの耐熱性は、さらに向上する。

実施例

[0078] (Al合金膜の具体例)

[0079] Al合金膜のスパッタリング成膜条件は、以下の通りである。

放電方式：DC放電

成膜温度：室温（25℃）

成膜圧力：0.3Pa

膜厚：200nm

[0080] Al合金膜の加熱処理は、窒素雰囲気中で、400℃で1時間、さらに、600℃で2分間、行っている。

[0081]

[表1]

[0082] 表1には、Mo膜、Al膜、及びAl合金膜の屈曲特性の一例が示されている。濃度の単位は、原子% (at%) である。

[0083] 各サンプルの基板として、2層構造のSiN膜(200nm) / ポリイミド層(25μm) 基板を用いた。屈曲試験用のサンプルでは、SiN膜上に、Mo膜、Al膜、及びAl合金膜のそれぞれがスパッタリング成膜されている。屈曲試験での屈曲半径は、1mmである。試験速度は、30rpmである。屈曲回数としては、1回、1000回、10000回、100000回の順に行った。クラックの有無は、光学顕微鏡の画像から目視で判断した。

[0084] 表1に示すように、Al膜では、100000回までの屈曲回数でクラックが発生しないものの、Mo膜では、1000回の屈曲回数でクラックが発生している。Al合金膜については、100000回までの屈曲回数でクラックが発生しなかった。但し、Al純金属に、第1添加元素を1.0at%よりも高く、1.5at%添加した場合(Al-1.2at%Zr-0.3at%Sc)と、第2添加元素を3.0at%よりも高く、4.0at%添加した場合(Al-3.5at%Mn-0.5at%Si)には、1000回の屈曲回数で、それぞれクラックが発生した。

[0085]

[表2]

unit: at%

material anneal	$\frac{\sum_{i=1}^{10} C_i}{\pi}$									
	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI
AI	-0.3Sc -0.2Zr	-0.3Sc -3.5Zr	-1.0Mn -0.5Si	-3.5Mn -0.5Si	-1.0Mn -3.0Si	-0.5Ce	-2.0Ce	-0.3Sc -0.2Zr -0.5Ce	-0.3Sc -0.2Zr -1.0Mn	AI
as depo.	3	6	15	50	21	8	15	9	15	17
400°C, 1hr	3	4	5	21	14	4	4	4	5	5
600°C, 2min	3	4	5	30	18	4	4	4	6	6
as depo.	3	4	2	2	2	3	3	3	2	2
400°C, 1hr	30	31	15	14	10	21	19	21	12	13
600°C, 2min	17	7	5	4	6	4	3	5	3	3
as depo.	301	147	125	86	131	120	42	65	46	50
400°C, 1hr	21	10	9	4	7	6	4	5	3	4
600°C, 2min	371	129	131	91	140	100	47	73	50	46

[0086] 表2には、Al膜及びAl合金膜の比抵抗 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$) 及び表面粗さ (nm) の一例が示されている。

表2に示すように、Al純金属に、Sc、Zrの第1添加元素が0.01at%以上1.0at%以下含有されているときに、Al合金膜の比抵抗が $10\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下になることが分かる。また、Al純金属に、Mn、Siの第2添加元素が0.2at%以上3.0at%以下含有されているときにも、Al合金膜の比抵抗が $10\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下になることが分かる。

[0087] また、表面粗さは、AFM (Atomic Force Microscopy) により測定される。表面粗さの観測は、成膜直後 (As Depo.) と、 400°C で1時間後と、 600°C で2分間後に行っている。測定範囲は、 $5\mu\text{m}$ 角である。各欄の上段には、Rq値 (nm) が示され、下段には、P-V値 (nm) が示されている。ここで、Rq値は、二乗平均平方根高さであり、P-V値は、最大高所 (peak) と最低低所 (valley) との差である。ヒロックが成長するほど、P-V値は、高くなる傾向にある。信頼性の高い表示デバイスを製造するには、配線膜のP-V値がより小さいことが好ましく、好ましくは、 50nm 以下であることが望ましい。特に、表示パネルの屈曲部分にP-V値が 50nm 以下のAl合金膜を適用することで、Al合金膜が曲げられたとしても、Al合金膜の上層との密着が良好になる。

[0088] 表2に示すように、成膜直後では、Al膜、Al合金膜は、いずれも表面粗さが 50nm 以下になっている。しかし、加熱処理を施した後では、Al膜のP-V値は、 300nm を超えている。一方、Al合金膜においては、いずれもAl膜よりもP-V値が小さくなっている。すなわち、Al合金膜では、加熱処理を施してもAl膜に比べて膜中にヒロックが成長しにくい、と判断できる。

[0089] 特に、Al-0.2at%Zr-0.3at%Sc-1.0at%Mn、Al-0.5at%Ce-0.2at%Zr-0.3at%Sc-1.0at%Mn-0.5at%Siのように、Al純金属に、第1添加元素と第2添加元素をともに添加することにより、加熱処理を施しても、表面粗さP-

V値が50nm以下になることが分かった。これは、Al合金膜において、第1添加元素と第2添加元素とが相乗的に作用し、Al合金膜が熱負荷に対しての優れた耐性を備えている、と考えられる。

[0090]

[表3]

material	N.R. : no residue, R. : residue										unit: at%
	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al
etching time/sec	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al	Al
	-0.3Sc -0.2Zr	-0.3Sc -3.5Zr	-1.0Mn -0.5Si	-3.5Mn -0.5Si	-1.0Mn -3.0Si	-0.5Ce	-2.0Ce	-0.3Sc -0.2Zr -0.5Ce	-0.3Sc -0.2Zr -0.5Ce	Al	Al
dry	50	N.R.	N.R.	R.	N.R.	N.R.	R.	R.	R.	R.	N.R.
	60	N.R.	N.R.	R.	R.	N.R.	R.	R.	R.	R.	N.R.
wet	40	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
	50	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
	60	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	R.	R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.

[0091] 表3には、Al膜及びAl合金膜のエッチング後における残渣の有無の一例が示されている。

[0092] ドライエッチングにおいて、エッチングガスは、Cl₂ (50 sccm) / Ar (20 sccm) の混合ガスである。エッチング圧は、1.0 Paである。放電電力は、基板バイアス電力が200Wの状態、400Wである。ウェットエッチング液としては、リン酸/硝酸/酢酸/水の混合溶液（通称、PAN）が用いられている。液温は、40℃である。

[0093] 表3に示すように、第3添加元素であるCeが0.5 at%含まれたAl合金膜（Al-0.5 at%Ce、Al-0.3 at%Sc-0.2 at%Zr-0.5 at%Ce、Al-0.3 at%Sc-0.2 at%Zr-0.5 at%Ce-1.0 at%Mn-0.5 at%Si）では、いずれも残渣なくドライエッチング及びウェットエッチングが可能になっている。一方、Ceの濃度が高くなり、Ceが2.0 at%のAl合金膜（Al-2.0 at%Ce）では、ドライエッチングで残渣が生じた。

[0094] なお、ドライエッチング及びウェットエッチングではともに、Al-0.3 at%Sc-0.2 at%Zrと、Al-0.3 at%Sc-3.5 at%Zrとを比較した場合、Zrの含有量が多いAl-0.3 at%Sc-3.5 at%Zrでは、残渣が生じることが分かった。また、ドライエッチングでは、Al-1.0 at%Mn-0.5 at%Siと、Al-3.5 at%Mn-0.5 at%Siとを比較した場合、Mnの含有量が多いAl-3.5 at%Mn-0.5 at%Siでは残渣が生じることが分かった。一方、ウェットエッチングでは、Al-1.0 at%Mn-0.5 at%Siと、Al-1.0 at%Mn-3.0 at%Siとを比較した場合、Siの含有量が多いAl-1.0 at%Mn-3.0 at%Siでは残渣が生じることが分かった。

[0095] （Al合金ターゲットの具体例）

[0096] 例えば、坩堝に、Al、Sc、Zr、Mn、Si、及びCeそれぞれの金属材料（金属片、金属粉）が設置される。例えば、Al合金ターゲットの添

加元素の成分比が0.2 at% Sc、0.1 at% Zr、1.0 at% Mn、0.5 at% Si、及び0.5 at% Ceとなるように、それぞれの金属材料（金属片、金属粉）が坩堝内に設置される。

[0097] 次に、誘導加熱により、Al合金の融点（例えば、640℃）よりも、400℃以上高い溶融温度（例えば、1050℃）に各金属材料が加熱されて、各金属材料が坩堝内で溶融される。次に、この溶融温度から、溶融した金属が室温まで冷却されてアルミニウム合金インゴットが形成される。この後、アルミニウム合金インゴットは、必要に応じて鍛造され、アルミニウム合金インゴットが板状または円板状に切り出される。これにより、Al合金ターゲットが形成される。

[0098] ここで、スパッタリングターゲット用の合金インゴットを形成する方法として、金属材料の融点よりも若干高い溶融温度で金属材料を溶融し、その若干高い溶融温度から金属材料が冷却されて、合金インゴットを形成する方法がある。これは、溶融状態から冷却されるまでの冷却時間を短くすることにより、冷却過程で生じる金属間化合物の析出を避けるためである。しかし、この方法では、溶融温度が融点よりも若干高い温度に設定されることから、金属材料が十分に混合しなくなる可能性がある。

[0099] これに対して、本実施例では、Al合金の融点よりも、400℃以上高い溶融温度で金属材料が加熱溶融されるため、それぞれの金属材料が十分に混合しあうことになる。ここで、溶融温度が高くなるほど、溶融温度から室温までの冷却時間が長くなり、金属間化合物が析出しやすくなるとも考えられる。しかし、本実施形態では、このようなAl合金の融点よりも400℃以上高い溶融温度からAl合金インゴットが冷却されても、Al合金インゴット中に、金属間化合物が析出しにくくなるように、添加元素の濃度が調整されている。

[0100] 図2は、表4に例示したAl合金インゴットの組成分析の観測点を説明する概念図である。

表4は、Al合金インゴットに含まれる各元素の濃度分布の一例が示され

ている。

[0101] [表4]

Al-0.2Sc-0.1Zr-1.0Mn-0.5Si-0.5Ce unit: at%					
atom position	Sc	Zr	Mn	Si	Ce
top	0.19±0.02	0.10±0.02	0.96±0.15	0.52±0.18	0.47±0.21
middle	0.20±0.01	0.10±0.02	0.99±0.10	0.54±0.15	0.50±0.11
bottom	0.20±0.02	0.10±0.01	1.02±0.11	0.59±0.15	0.53±0.04

[0102] 図2には、例えば、円柱状のAl合金インゴット（100mm径×50mm t）を2つに分割した半円柱状のAl合金インゴット5が例示されている。

[0103] Al合金インゴット5における組成分析の観測点としては、topの位置で横方向に等間隔に9点、middleの位置で横方向に等間隔に9点、及びbottomの位置で横方向に等間隔に9点の計27点が選択されている。表4には、topの位置での各元素の9点の観測点から測定された平均値濃度（at%）と、middleの位置での各元素の9点の観測点から測定された平均値濃度（at%）と、bottomの位置での各元素の9点の観測点から測定された平均値濃度（at%）が示されている。表4には、濃度の平均値の偏差±3σも示されている。

[0104] 表4に示すように、Al合金インゴットの添加元素の成分比は、top、middle、及びbottomのいずれの位置でも、Scが0.2at%、Zrが0.1at%、Mnが1.0at%、Siが0.5at%、Ceが0.5at%程度になっており、Al合金インゴットにおいて、それぞれの金属材料がAl合金インゴットの縦方向及び横方向で均一に分散されていることが分かる。

[0105]

[表5]

Al-0.2Sc-3.5Zr unit: at%

atom position	Zr
top	0.94±0.21
middle	3.21±1.02
bottom	5.31±2.31

[0106] これに対して、表5に、Scを0.2at%、Zrを3.5at%添加させた場合のアルミ合金インゴットのZr濃度分布を示す。製造方法は、表4に示すアルミ合金インゴットと同じである。表5に示すように、Zr濃度を3.5at%まで増加させると、アルミ合金インゴットのtopからbottomに向かうにつれ、Zr濃度が高くなっていることが分かった。この場合の電子顕微鏡像を図3に示す。

[0107] 図3は、表5に示されたアルミ合金インゴットの光学顕微鏡像である。

[0108] 図3に示すように、表5に示されたアルミ合金インゴット中には、粒径が数100 μ m程度の結晶粒（金属間化合物）が存在することが分かった。

[0109] 図4（a）、（b）は、本実施形態に係るアルミ合金インゴットの電子顕微鏡像である。

[0110] 図4 (a) には、表4で示されたアルミ合金インゴットの表面電子顕微鏡像が示されている。また、図4 (b) には、表4で示されたアルミ合金インゴットに600℃、2時間の加熱処理を行った後のアルミ合金インゴットの表面電子顕微鏡像が示されている。図4 (a)、(b)における右の像は、左の像のスケールを拡大した像である。

[0111] 図4 (a) 左に示されるように、アルミ合金インゴットを作製した直後では、粒径が数100 μm 程度の結晶粒（金属間化合物）は観察されていない。但し、図4 (a) 右に示されるように、アルミ合金インゴットが平均粒径10 μm 程度の粒子Aの集まりで構成されていた。そして、粒子A間の粒界Bの成分をEDX分析で解析すると、粒界Bでは、Ce、Mn、及びSiが高い濃度で観測された。つまり、粒子A間の粒界におけるCe、Mn、及びSiの少なくともいずれかの含有量は、粒子A内におけるCe、Mn、及びSiの少なくともいずれかの含有量よりも高くなっていることが分かった。

[0112] また、図4 (a) の状態から600℃、2時間の加熱処理を行った像を図4 (b) に示す。この場合でも粒径は、10 μm 程度に止まり、粒子A同士が結合して巨大な粒子に成長したり、粒子A内に新たな粒子（例えば、金属間化合物）が析出したりすることはなかった。これは、Al合金インゴットにおいては、粒界Bが障壁となり、隣接する粒子Aが繋がって粒子が粗大化する現象が抑制されたとともに、粒子A内では、Zr、Scが均一に分散され、粒成長が抑制されたと予測できる。この結果、Al合金ターゲットの耐熱性が向上したと考えられる。

[0113] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態にのみ限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。各実施形態は、独立の形態とは限らず、技術的に可能な限り複合することができる。

[0114] 例えば、以上の実施形態では、Al合金膜をゲート電極13、23に適用する例を示したが、Al合金膜をソース・ドレイン電極、ソース・ドレイン電極以外の他の電極、または配線に適用することも可能である。

符号の説明

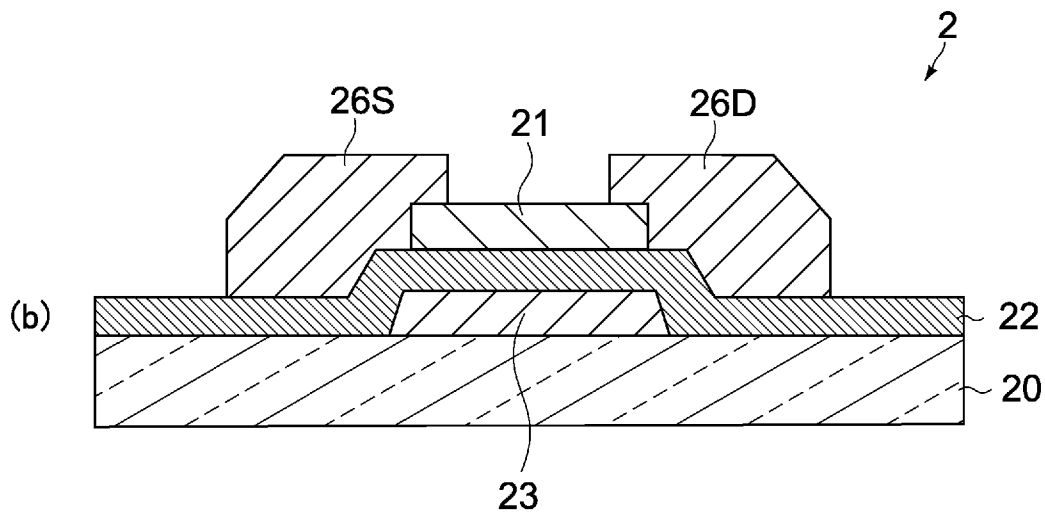
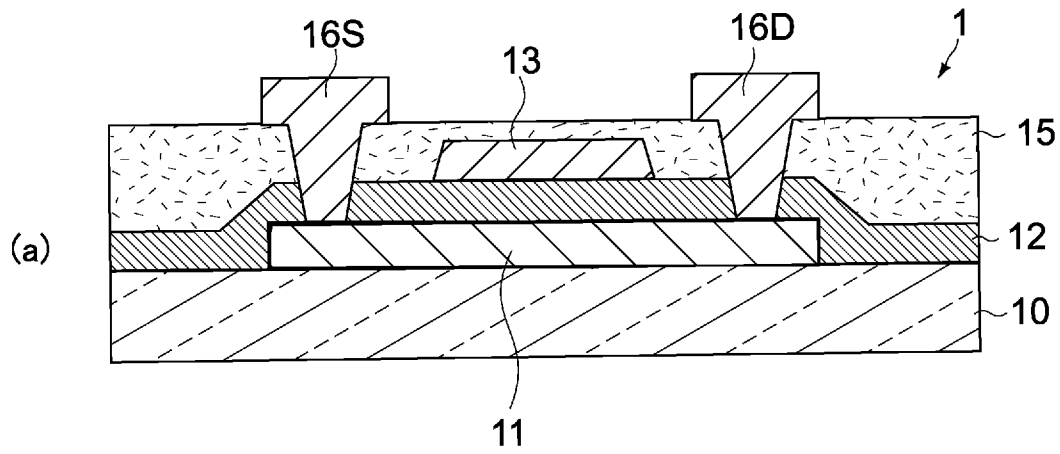
- [0115] 1、2…薄膜トランジスタ
10、20…ガラス基板
11、21…活性層
12、22…ゲート絶縁膜
13、23…ゲート電極
15…保護層
15D、25D…ドレイン電極
16S、26S…ソース電極

請求の範囲

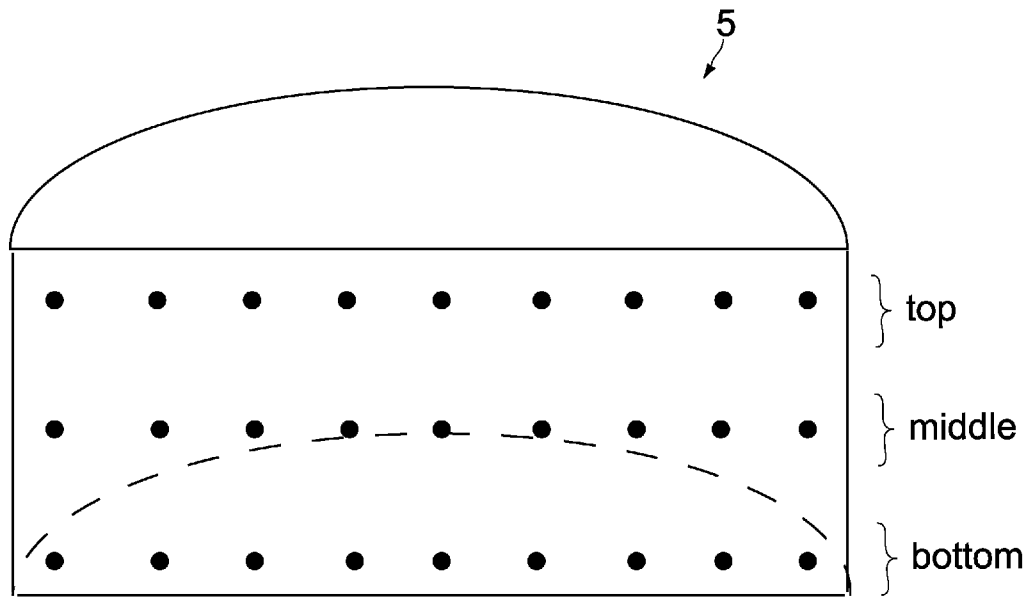
- [請求項1] A l 純金属に、Z r、S c、M o、Y、N b、及びT iの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、
前記第1添加元素の含有量が0.01原子%以上1.0原子%以下である
アルミニウム合金膜。
- [請求項2] 請求項1に記載されたアルミニウム合金膜であって、さらに、M n、S i、C u、G e、M g、A g及びN iの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、
前記第2添加元素の含有量が0.2原子%以上3.0原子%以下である
アルミニウム合金膜。
- [請求項3] A l 純金属に、M n、S i、C u、G e、M g、A g及びN iの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、
前記第2添加元素の含有量が0.2原子%以上3.0原子%以下である
アルミニウム合金膜。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1つに記載されたアルミニウム合金膜であって、さらに、
C e、N d、L a、及びG dの群から選択される少なくとも1種の第3添加元素が含有され、
前記第3添加元素の含有量が0.1原子%以上1.0原子%以下である
アルミニウム合金膜。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1つに記載されたアルミニウム合金膜であって、
屈曲半径1mmに折り曲げられた場合に耐え得る屈曲耐性を有するアルミニウム合金膜。

- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1つに記載されたアルミニウム合金膜であって、
ドライエッチング及びウェットエッチングが可能であるアルミニウム合金膜。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1つに記載されたアルミニウム合金膜であって、
表面粗さP-V値が50nm以下であるアルミニウム合金膜。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか1つに記載されたアルミニウム合金膜であって、
比抵抗が $10\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下であるアルミニウム合金膜。
- [請求項9] 請求項1～8のいずれか1つに記載されたアルミニウム合金膜で構成されたゲート電極を具備する薄膜トランジスタ。
- [請求項10] Al合金ターゲットを用いてスパッタリング法により、Al純金属に、Zr、Sc、Mo、Y、Nb、及びTiの群から選択される少なくとも1種の第1添加元素が含有され、前記第1添加元素の含有量が0.01原子%以上1.0原子%以下であるアルミニウム合金膜を基板上に製造する製造方法。
- [請求項11] Al合金ターゲットを用いてスパッタリング法により、Al純金属に、Mn、Si、Cu、Ge、Mg、Ag及びNiの群から選択される少なくとも1種の第2添加元素が含有され、前記第2添加元素の含有量が0.2原子%以上3.0原子%以下であるアルミニウム合金膜を基板上に製造する製造方法。

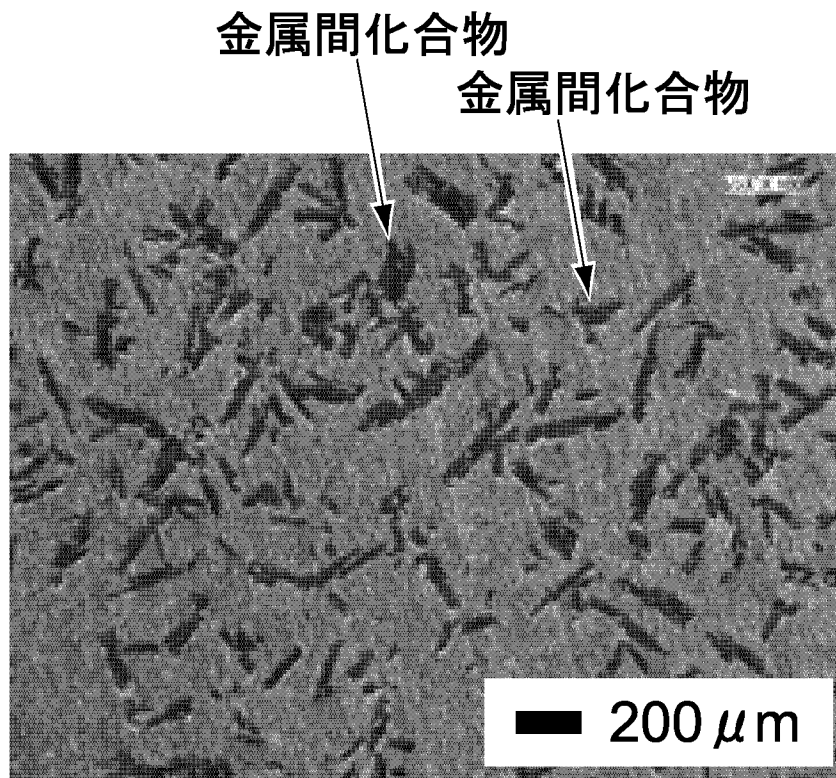
[図1]



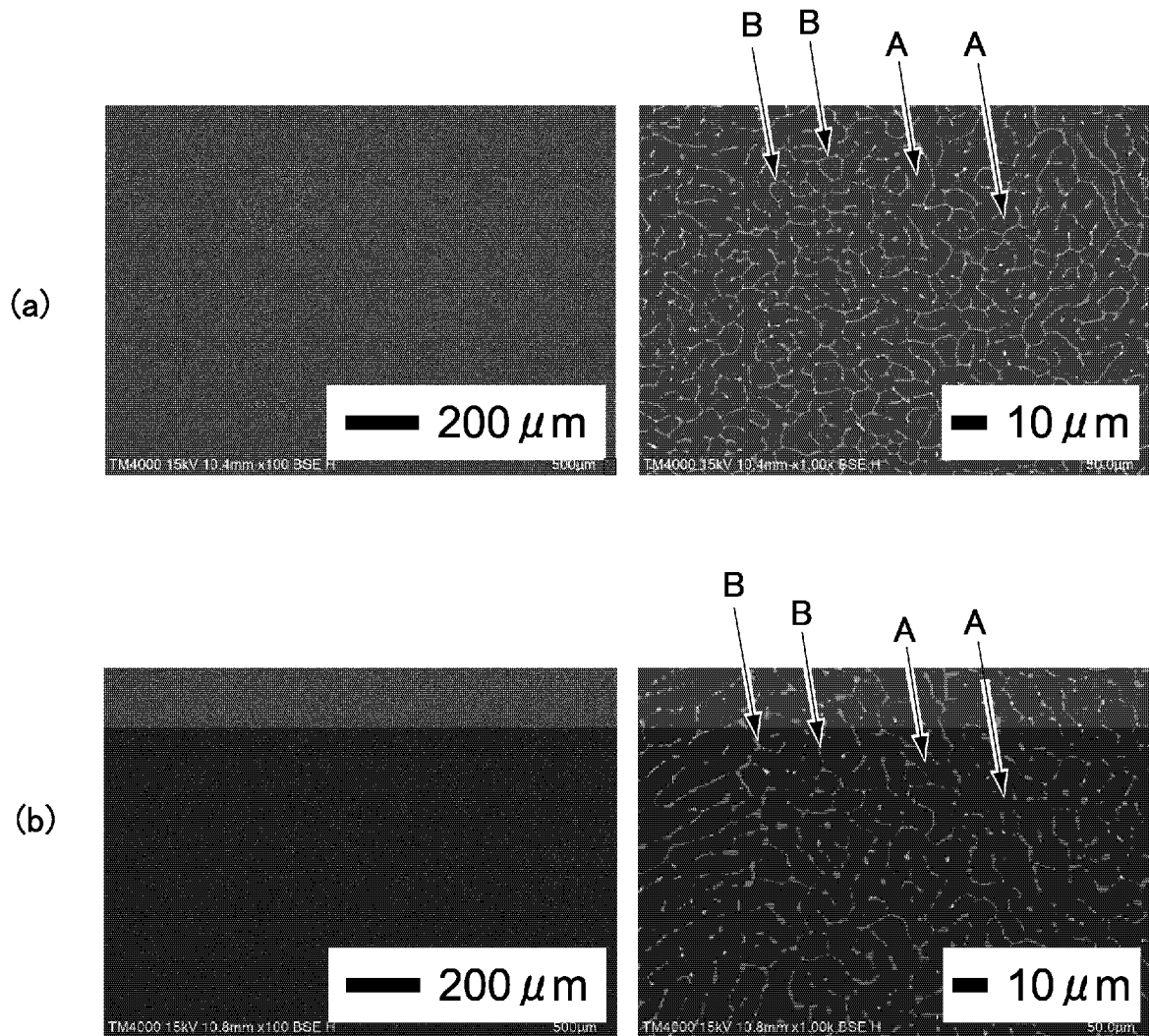
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C22C21/00 (2006.01) i, C22F1/04 (2006.01) i, C23C14/14 (2006.01) i, C23C26/00 (2006.01) i, H01L21/28 (2006.01) i, H01L21/285 (2006.01) i, H01L29/423 (2006.01) i, H01L29/49 (2006.01) i, H01L29/786 (2006.01) i, C22F1/00 (2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. C22C21/00, C22F1/04, C23C14/14, C23C26/00, H01L21/28, H01L21/285, H01L29/423, H01L29/49, H01L29/786, C22F1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2011-190531 A (KOBE STEEL, LTD.) 29 September 2011, paragraphs [0065]-[0081], [0106]-[0134] & US 2012/0301732 A1, paragraphs [0054]-[0072], [0099]-[0127] & WO 2011/102396 A1 & CN 102741449 A & KR 10-2012-0112796 A & TW 201300552 A	1, 2, 10 5
X A	WO 2009/123217 A1 (KOBE STEEL, LTD.) 08 October 2009, paragraphs [0041]-[0083], [0119]-[0154], [0165]-[0196] & US 2011/0008640 A1, paragraphs [0034]-[0153], [0189]-[0227], [0238]-[0280] & CN 101918888 A & KR 10-2010-0118998 A & TW 201003923 A	3, 4, 6-9, 11 5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
06.06.2019

Date of mailing of the international search report
18.06.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2019/013570

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-171378 A (HITACHI METALS, LTD.) 30 June 2005, entire text, all drawings & US 2005/0118811 A1, entire text, all drawings & TW 200519217 A & KR 10-2005-0049415 A	1-11
A	JP 2004-214606 A (KOBE STEEL, LTD.) 29 July 2004, entire text, all drawings & US 2004/0126608 A1, entire text, all drawings & TW 200415429 A & KR 10-0600229 B1 & CN 1508615 A & SG 118219 A1 & CN 1804110 A	1-11
A	JP 2012-180540 A (KOBE STEEL, LTD.) 20 September 2012, entire text, all drawings & US 2014/0086791 A1, entire text, all drawings & WO 2012/118039 A1 & TW 201303051 A & CN 103403214 A & KR 10-2013-0121959 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C22C21/00(2006.01)i, C22F1/04(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C23C26/00(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/285(2006.01)i, H01L29/423(2006.01)i, H01L29/49(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C22C21/00, C22F1/04, C23C14/14, C23C26/00, H01L21/28, H01L21/285, H01L29/423, H01L29/49, H01L29/786, C22F1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2011-190531 A (株式会社神戸製鋼所) 2011.09.29, 段落 [0065]-[0081], [0106]-[0134] & US 2012/0301732 A1, 段落 [0054]-[0072], [0099]-[0127] & WO 2011/102396 A1 & CN 102741449 A & KR 10-2012-0112796 A & TW 201300552 A	1, 2, 10 5
X A	WO 2009/123217 A1 (株式会社神戸製鋼所) 2009.10.08, 段落 [0041]-[0083], [0119]-[0154], [0165]-[0196] & US 2011/0008640 A1, 段落[0034]-[0153], [0189]-[0227], [0238]-[0280] & CN 101918888 A & KR 10-2010-0118998 A & TW 201003923 A	3, 4, 6-9, 11 5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.06.2019

国際調査報告の発送日

18.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 佐藤 靖史

50 5895

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-171378 A (日立金属株式会社) 2005. 06. 30, 全文, 全図 & US 2005/0118811 A1, 全文, 全図 & TW 200519217 A & KR 10-2005-0049415 A	1-11
A	JP 2004-214606 A (株式会社神戸製鋼所) 2004. 07. 29, 全文, 全図 & US 2004/0126608 A1, 全文, 全図 & TW 200415429 A & KR 10-0600229 B1 & CN 1508615 A & SG 118219 A1 & CN 1804110 A	1-11
A	JP 2012-180540 A (株式会社神戸製鋼所) 2012. 09. 20, 全文, 全図 & US 2014/0086791 A1, 全文, 全図 & WO 2012/118039 A1 & TW 201303051 A & CN 103403214 A & KR 10-2013-0121959 A	1-11