

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5145342号
(P5145342)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int.Cl. F I
C 2 3 C 14/08 (2006.01) C 2 3 C 14/08 C
H 0 1 B 13/00 (2006.01) H 0 1 B 13/00 5 0 3 B

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-530064 (P2009-530064)	(73) 特許権者	000231464 株式会社アルバック
(86) (22) 出願日	平成20年8月20日(2008.8.20)		神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/064829	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(87) 国際公開番号	W02009/028372	(74) 代理人	100126664 弁理士 鈴木 慎吾
(87) 国際公開日	平成21年3月5日(2009.3.5)	(72) 発明者	高橋 明久 千葉県山武市横田523 株式会社アルバック 千葉超材料研究所内
審査請求日	平成21年11月16日(2009.11.16)	(72) 発明者	石橋 暁 千葉県山武市横田523 株式会社アルバック 千葉超材料研究所内
(31) 優先権主張番号	特願2007-218296 (P2007-218296)		
(32) 優先日	平成19年8月24日(2007.8.24)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透明導電膜の形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明導電膜の形成材料を備えたターゲットにスパッタ電圧を印加しつつ、前記ターゲットの表面に水平磁界を発生させてスパッタを行い、基板上にZnOを基本構成元素とする透明導電膜を形成する方法であって、

前記ターゲット裏面に配置された磁界発生手段を用いて、前記ターゲット表面の水平磁界強度の最大値を1500ガウス以上とし、前記スパッタ電圧を300V以下とし、かつ、前記磁界発生手段を前記ターゲットと平行な面内においてジグザグ運動させて、高真空排気された成膜室内において前記スパッタを行い、前記スパッタによって形成される透明導電膜に対して、大気中において、500以上の温度によるアニール処理を行うことを特徴とする透明導電膜の形成方法。

【請求項2】

請求項1に記載の透明導電膜の形成方法であって、

前記ターゲットの前記透明導電膜の形成材料として、Alを含む物質をZnOに添加した材料を用いる。

【請求項3】

請求項1に記載の透明導電膜の形成方法であって、

酸素ガスを導入しつつ前記スパッタを行う。

【請求項4】

請求項1に記載の透明導電膜の形成方法であって、

前記水平磁界を発生させる磁界発生手段が、前記ターゲットの裏面に沿って配置された第1極性の第1磁石および第2極性の第2磁石を備え；

前記第2磁石が、前記第1磁石を包囲するように配置されている。

【請求項5】

請求項1に記載の透明導電膜の形成方法であって、

前記基板と前記ターゲットとの相対位置を変化させつつ前記スパッタを行う。

【請求項6】

請求項1に記載の透明導電膜の形成方法であって、

前記スパッタ電圧の印加を、DC電源およびRF電源を併用して行う。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、透明導電膜の形成方法に関する。

本出願は、特願2007-218296号を基礎出願とし、その内容をここに取り込む。

【背景技術】

【0002】

太陽電池や発光ダイオードの電極として、透明導電材料であるITO($In_2O_3-SnO_2$)が利用されている。しかしながら、ITOの原料となるインジウム(In)は希少金属であり、今後は入手困難によるコスト上昇が予想される。そこで、ITOに代わる透明導電材料として、豊富かつ安価なZnO系材料が注目されている(例えば、下記特許文献1参照)。ZnO系材料は、大型基板への均一成膜が可能なスパッタリングに適しており、 In_2O_3 系材料のターゲットを変更することで簡単に成膜することが可能である。また、ZnO系材料は、 In_2O_3 系材料のように絶縁性の高い低級酸化物(InO)を含まない。

20

【特許文献1】特開平9-87833号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ZnO系材料は、ITOに次いで抵抗が低い材料であるものの、その一般的な比抵抗は $500\mu\text{cm} \sim 1000\mu\text{cm}$ であり、ITOの2.5倍～5倍の値になっている。そのため、ZnO系材料のさらなる低抵抗化が望まれている。

30

また、ZnO系材料は、高温のまま大気中に放置されると、酸化して比抵抗が上昇する性質を有する。このように、ZnO系材料は耐熱性が低いので、真空中で加熱成膜したZnO膜を大気中に取出す前に、冷却が必要になるという問題がある。

【0004】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、比抵抗が低く、耐熱性に優れた、ZnO系材料からなる透明導電膜の形成方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

本願の発明者は、成膜時のスパッタ電圧および磁場強度が、ZnO系膜の比抵抗に影響を与えることを見出した。ZnO系膜の比抵抗が膜厚や酸化度によって大きく変化することは従来から知られていたが、この膜厚や酸化度のばらつきによるノイズが大きいため、比抵抗のスパッタ電圧依存性および磁場強度依存性は確認されていなかった。本願発明者は、太陽電池用の透明電極として厚膜のZnO系膜の形成方法を開発するにあたり、初めて比抵抗のスパッタ電圧依存性および磁場強度依存性を見出したのである。

【0006】

本発明は、透明導電膜の形成材料を備えたターゲットにスパッタ電圧を印加しつつ、前記ターゲットの表面に水平磁界を発生させてスパッタを行い、基板上にZnOを基本構成元素とする透明導電膜を形成する方法であって、前記ターゲット裏面に配置された磁界発

50

生手段を用いて、前記ターゲット表面の水平磁界強度の最大値を1500ガウス以上とし、前記スパッタ電圧を300V以下とし、かつ、前記磁界発生手段を前記ターゲットと平行な面内においてジグザグ運動させて、高真空排気された成膜室内において前記スパッタを行い、前記スパッタによって形成される透明導電膜に対して、大気中において、500以上の温度によるアニール処理を行う。

上記の透明導電膜を形成する方法によれば、結晶格子の整ったZnO系膜を形成することが可能になり、比抵抗が低い透明導電膜を得ることができる。また、結晶格子の整ったZnO系膜が形成されるので、高温に加熱しても酸化しにくくなり、耐熱性に優れた透明導電膜を得ることができる。

また、上記の透明導電膜を形成する方法によれば、ターゲットのエロージョン領域を分散させることが可能になり、ターゲットの耐久性を向上させることができる。

10

【0007】

なお、前記ターゲットの前記透明導電膜の形成材料として、Alを含む物質をZnOに添加した材料を用いてもよい。

この場合、ZnO系膜の中でも特に比抵抗が低い透明導電膜を得ることができる。

【0008】

また、酸素ガスを導入しつつ前記スパッタを行ってもよい。

この場合、酸素リッチなZnO系膜が形成されるので、光透過率が高い透明導電膜を得ることができる。

【0009】

20

また、前記水平磁界を発生させる磁界発生手段が、前記ターゲットの裏面に沿って配置された第1極性の第1磁石および第2極性の第2磁石を備え；前記第2磁石が、前記第1磁石を包囲するように配置されている；構成を採用してもよい。

この場合、ターゲットの表面に強い水平磁界を発生させることができるので、結晶格子の整ったZnO系膜を形成することが可能になる。したがって、比抵抗が低く耐熱性に優れた透明導電膜を得ることができる。

【0011】

また、前記基板と前記ターゲットとの相対位置を変化させつつ前記スパッタを行うようにしてもよい。

この場合、基板全体に対して均質な透明導電膜を得ることができる。

30

【0012】

また、前記スパッタ電圧の印加を、DC電源およびRF電源を併用して行うようにしてもよい。

この場合、スパッタ電圧を低下させることが可能になる。これにより、結晶格子の整ったZnO系膜を形成することが可能になり、比抵抗が低い透明導電膜を得ることができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、結晶格子の整ったZnO系膜を形成することが可能になり、比抵抗が低く耐熱性に優れた透明導電膜を得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係るマグネトロンスパッタ装置の概略構成図である。

【図2】図2は、成膜室の平断面図である。

【図3】図3は、スパッタカソード機構の正面図である。

【図4】図4は、マグネトロンスパッタ装置の変形例である。

【図5】図5は、水平磁界強度とスパッタ電圧との関係を示すグラフである。

【図6】図6は、ZnO系膜の膜厚と比抵抗との関係を示すグラフである。

【図7A】図7Aは、アニール処理温度と比抵抗との関係を示すグラフである。

50

【図 7 B】図 7 B は、アニール処理温度と比抵抗との関係を示すグラフである。

【図 8】図 8 は、スパッタ電圧と比抵抗との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 1 5 】

- 5 基板
- 1 0 マグネトロンスパッタ装置
- 2 2 ターゲット
- 2 6 D C 電源 (電圧印加手段)
- 3 0 磁気回路 (磁界発生手段)
- 3 1 第 1 磁石
- 3 2 第 2 磁石

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施形態に係る透明導電膜の形成方法につき、図面を用いて以下に説明する。

(マグネトロンスパッタ装置)

図 1 は、マグネトロンスパッタ装置の概略構成図である。本実施形態のスパッタ装置 1 0 は、インターバック式のスパッタ装置であって、基板 (不図示) の仕込み / 取出し室 1 2 と、前記基板に対する成膜室 1 4 とを備えている。仕込み / 取出し室 1 2 には、ロータリーポンプ等の粗引き排気手段 1 2 p が接続され、成膜室 1 4 には、ターボ分子ポンプ等の高真空排気手段 1 4 p が接続されている。本実施形態のスパッタ装置 1 0 では、前記基板を縦型支持して仕込み / 取出し室 1 2 に搬入し、粗引き排気手段 1 2 p で仕込み / 取出し室 1 2 内を排気する。次に、高真空排気手段 1 4 p で高真空排気した成膜室 1 4 内に前記基板を搬送し、成膜処理を行う。成膜後の前記基板は、仕込み / 取出し室 1 2 を介して外部に搬出される。

20

【 0 0 1 7 】

成膜室 1 4 には、Ar 等のスパッタガスを供給するガス供給手段 1 7 が接続されている。このガス供給手段 1 7 からは、O₂ 等の反応ガスを供給することも可能である。成膜室 1 4 内には、スパッタカソード機構 2 0 が縦置きに配置されている。

図 2 は、成膜室の平断面図である。スパッタカソード機構 2 0 は、成膜室 1 4 の幅方向における一方側面に配置されている。成膜室 1 4 の他方側面には、基板 5 を加熱するヒータ 1 8 が配置されている。

30

【 0 0 1 8 】

スパッタカソード機構 2 0 は、主に、ターゲット 2 2、背面プレート 2 4 および磁気回路 3 0 を備えている。背面プレート 2 4 は、D C 電源 2 6 に接続され、負電位に保持されている。背面プレート 2 4 の表面には、ZnO 系膜の形成材料をロウ材でボンディングしたターゲット 2 2 が配置されている。ZnO 系膜の形成材料は、ZnO のみでもよく、ZnO に所定材料を添加したものでよい。

ガス供給手段 1 7 から成膜室 1 4 にスパッタガスを供給し、D C 電源 2 6 により背面プレート 2 4 にスパッタ電圧を印加する。成膜室 1 4 内でプラズマにより励起されたスパッタガスのイオンが、ターゲット 2 2 に衝突して ZnO 系膜の形成材料の原子を飛び出させる。飛び出した原子を基板 5 に付着させることにより、基板 5 に ZnO 系膜が形成される。

40

【 0 0 1 9 】

背面プレート 2 4 の裏面に沿って、ターゲット 2 2 の表面に水平磁界を発生させる磁気回路 3 0 が配置されている。磁気回路 3 0 は、背面プレート 2 4 側の表面の極性が相互に異なる第 1 磁石 3 1 および第 2 磁石 3 2 を備えている。なお、これら第 1 磁石 3 1 および第 2 磁石 3 2 は共に永久磁石である。

図 3 は、スパッタカソード機構の背面図である。第 1 磁石 3 1 は直線形状をなし、第 2 磁石 3 2 は第 1 磁石 3 1 の周縁部から所定距離を置いて囲む額縁形状をなしている。これ

50

ら第1磁石31および第2磁石32がヨーク34に装着されて、磁気回路ユニット30aが形成されている。また、複数（本実施形態では2個）の磁気回路ユニット30a, 30bがブラケット35により連結されて、磁気回路30が構成されている。

【0020】

図2に示すように、背面プレート24側の極性が異なる第1磁石31および第2磁石32により、磁力線36で表される磁界が発生する。これにより、第1磁石31と第2磁石32との間におけるターゲット22の表面において、垂直磁界が0（水平磁界が最大）となる位置37が発生する。この位置37に高密度プラズマが生成することで、成膜速度を向上させることができる。

【0021】

この位置37では、ターゲット22が最も深くエロージョンする。この位置37が固定されないようにしてターゲットの利用効率（寿命）を向上させるため、またターゲットおよびカソードの冷却効率を上げてアーキング等を改善するため、磁気回路30は水平方向に揺動可能に形成されている。また、ターゲット22の上下端ではエロージョンが矩形や半円形となるため、磁気回路30が垂直方向にも揺動可能とされている。具体的には、磁気回路30のブラケット35を水平方向および垂直方向に独立して往復運動させる一対のアクチュエータ（不図示）を備えている。これらの水平方向アクチュエータおよび垂直方向アクチュエータを異なる周期で駆動することにより、磁気回路30がターゲット22と平行な面内でジグザグ運動する。

【0022】

（変形例）

図4は、マグネトロンスパッタ装置の変形例である。このスパッタ装置100は、インライン式のスパッタ装置であって、仕込み室12、成膜室14および取出し室16をこの順に備えている。このスパッタ装置100では、基板5を縦置きに支持して仕込み室12に搬入し、粗引き排気手段12pで仕込み室12内を排気する。次に、高真空排気手段14pで高真空排気した成膜室14内に前記基板を搬送し、成膜処理を行う。成膜後の基板5は、粗引き排気手段16pで排気した取出し室16から外部に搬出する。

【0023】

成膜室14には、複数（本変形例では3個）のスパッタカソード機構20が、基板5の搬送方向に並んで配置されている。各スパッタカソード機構20は、上記実施形態と同様に構成されている。本変形例では、複数のスパッタカソード機構20の前を基板5が通過する過程で、各スパッタカソード機構20により基板5の表面にZnO系膜を形成する。これにより、均質なZnO系膜を形成することが可能になり、また、成膜処理のスループットを向上させることもできる。

【0024】

（第1実施形態）

本実施形態では、図1ないし図3に示すスパッタ装置を用いて、Alが添加されたZnO（AZO）膜を形成する。ZnO系膜は、結晶中に酸素空孔が形成されて自由電子が放出されることで、導電性を示す。このZnO系膜は非常に酸化されやすいので、脱ガスにより酸化源の影響を低減させるため、加熱成膜を行うことが望ましい。また、ZnO系膜は、BやAl、Gaなどが結晶中のZnの位置に入り込み、イオンとなって自由電子を放出することで、導電性が向上する性質を有する。この観点からも、マイグレーションの発生しやすい加熱成膜が有利である。

【0025】

図2に示すターゲット22には、透明導電膜の形成材料として、Al₂O₃が0.5wt%～10.0wt%（本実施形態では2.0wt%）添加されたZnOを採用する。成膜室14に無アルカリガラス基板5を搬入し、ヒータ18により基板5を100～600（本実施形態では200）に加熱する。高真空排気手段により成膜室14を高真空排気し、ガス供給手段からスパッタガスとしてArガスを導入し、成膜室14の圧力を2mTorr～10mTorr（本実施形態では5mTorr）に維持する。磁気回路30

10

20

30

40

50

を揺動させつつ、DC電源26により背面プレート24に電力密度 $1\text{ W/cm}^2 \sim 8\text{ W/cm}^2$ (本実施形態では 4 W/cm^2)の電力を投入する。なお、加熱成膜を行うため成膜後のアニール処理を行わないが、成膜後にアニール処理を行ってもよい。

【0026】

上述したように、ZnO系膜は、BやAl、Gaなどが結晶中のZnの位置に入り込み、イオンとなって自由電子を放出することで、導電性が向上する性質を有する。そこで、 Al_2O_3 を添加したZnOターゲットを採用してスパッタを行い、Alが添加されたZnO(AZO)膜を形成することで、ZnO系膜の中でも特に比抵抗が低い透明導電膜を得ることができる。

【0027】

本願の発明者は、ZnO系膜の比抵抗の磁場強度依存性を評価した。そのため、ターゲット表面の水平磁界強度が300 Gaussとなるように磁気回路30を調整した第1水準と、ターゲット表面の水平磁界強度が1500 Gaussとなるように磁気回路30を調整した第2水準とで、ZnO系膜を形成した。ZnO系膜の膜厚は、各水準につき、2000、5000、10000 および15000 として、比抵抗を測定した。

【0028】

図5は、水平磁界強度とスパッタ電圧との関係を示すグラフである。同図に示すように、水平磁界強度が高いほどスパッタ電圧が低くなる関係にある。一般にスパッタ電圧は放電インピーダンス(=ターゲット電圧/ターゲット電流)の影響を受け、放電インピーダンスはターゲット表面の磁界強度の影響を受ける。磁界強度を増加させるとプラズマ密度が大きくなり、その結果、スパッタ電圧が低下する。上述した第1水準(水平磁界強度が300 Gauss)のスパッタ電圧は450 V程度に、第2水準(水平磁界強度が1500 Gauss)のスパッタ電圧は300 V程度になる。

【0029】

図6は、ZnO系膜の膜厚と比抵抗との関係を示すグラフである。ZnO系材料の比抵抗は膜厚依存性を有するため、膜厚の増加に伴って比抵抗が減少している。

第2水準(1500 Gauss、300 V)で成膜したZnO系膜の比抵抗は、第1水準(300 Gauss、435 V)より小さくなっている。この理由は、以下のように考えられる。比抵抗が膜厚依存性を有するため、ZnO系材料は結晶格子が整いにくい性質を有する。高いスパッタ電圧(弱い磁場)で形成したZnO系膜は、結晶格子が乱れているため比抵抗が高くなる。この場合でも、膜厚を厚くすることで結晶格子が整って、比抵抗が低下する傾向が見られる。しかしながら、結晶格子の整い方が十分でないため、低いスパッタ電圧(強い磁場)で形成された膜厚の薄いZnO系膜に比べて、比抵抗が高くなる。

【0030】

図8は、基板を200 に加熱し、膜厚が2000 のZnO系膜を形成した場合の、スパッタ電圧と比抵抗との関係を示すグラフである(スパッタ電圧は負電位のまま記載している)。スパッタ電圧の絶対値が340 V以下の範囲では比抵抗が $400\ \mu\text{ cm}$ 前後であるが、スパッタ電圧の絶対値が340 Vを超えると比抵抗が急激に増加することがわかる。

したがって、スパッタ電圧を340 V以下とし、ターゲット表面における水平磁界強度の最大値を600 Gauss以上(図5参照)としてスパッタを行い、ZnO系膜を形成することが望ましい。これにより、結晶格子の整ったZnO系膜を形成することが可能になり、比抵抗が低い(膜厚が薄くても比抵抗が $500\ \mu\text{ cm}$ 以下の)ZnO系膜を得ることができる。また、340 V以下の低電圧でスパッタを行うことにより、プラズマにより励起された負イオンが加速されて基板に突入し下地膜等にダメージが発生するのを抑制することができる。

なお、スパッタ電圧の下限としては、スパッタが可能な放電電圧である。また、水平磁界強度の最大値は、上述のように600 Gauss以上であることが好ましい。水平磁界強度の最大値は、大きければ大きいほど放電電圧を下げられるので好ましいが、通常磁界形成のためには、永久磁石が使用されるため、用いる永久磁石の性能により上限値が決まる。

10

20

30

40

50

【0031】

また、本願の発明者は、ZnO系膜の耐熱性の磁場強度依存性を評価した。具体的には、第1水準および第2水準で5000のZnO系膜を形成し、成膜後にアニール処理を様々な温度で行って、比抵抗を測定した。アニール処理は、150～600（50ごと）の温度にて、大気中で1時間行った。

【0032】

図7A及び図7Bは、アニール処理温度と比抵抗との関係を示すグラフであり、図7Aは、350以下のグラフであり、図7Bは350以上のグラフである。アニール温度が450以下の場合には、第1水準および第2水準とも比抵抗の大幅な増加が見られない。これに対して、図7Bに示すようにアニール温度が500以上の場合には、第2水準（1500ガウス、300V）のZnO系膜の比抵抗が、第1水準（300ガウス、435V）よりも小さくなっている。

10

【0033】

この理由は、以下のように考えられる。ZnO系膜は、酸素空孔が結晶中に形成されて自由電子が放出されることで、導電性を示す。上述したように、高いスパッタ電圧（弱い磁場）で形成したZnO系膜の結晶格子は乱れているが、結晶格子が乱れているほど酸素と結合しやすくなっている。そのため、高いスパッタ電圧（弱い磁場）で形成したZnO系膜は、成膜後の高温アニールにより酸化されやすく、低いスパッタ電圧（強い磁場）で形成したZnO系膜に比べて比抵抗が高くなる。

【0034】

したがって、上記のようにスパッタ電圧を340V以下（または340V未満）とし、ターゲット表面における水平磁界強度の最大値を600ガウス以上としてスパッタを行い、ZnO系膜を形成することが望ましい。これにより、結晶格子の整ったZnO系膜が形成されるので、成膜後に高温でアニール処理を行っても酸化されにくくなり、比抵抗の増加を抑制することができる。すなわち、耐熱性に優れたZnO系膜を得ることができる。

20

これに伴って、加熱成膜後の基板を大気中に取り出す場合でも、基板の冷却を廃止または簡易化することが可能になり、製造コストを低減することができる。

【0035】

（第2実施形態）

第2実施形態では、酸素リッチなZnO膜を形成する。

30

図2に示すターゲット22には、透明導電膜の形成材料としてZnOを採用する。成膜室14に無アルカリガラス基板5を搬入し、ヒータ18により基板5を100～600に加熱する。高真空排気手段により成膜室14を高真空排気し、ガス供給手段からスパッタガスとしてArガスを50sccm～400sccm供給し、反応ガスとしてO₂ガスを0sccm～20sccm供給する。なお、成膜室14の圧力は2mTorr～10mTorrに維持する。磁気回路30を揺動させつつ、DC電源26により背面プレート24に電力密度1W/cm²～8W/cm²の電力を投入する。

【0036】

このように、O₂ガスを供給しつつスパッタを行うことで、酸素リッチなZnO膜を形成することができる。酸素リッチなZnO膜は、比抵抗が大きいものの、光透過率が高くなる。これにより、光学特性に優れた透明導電膜を得ることができる。

40

【0037】

なお、本発明の技術範囲は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した各実施形態に種々の変更を加えたものを含む。

すなわち、各実施形態で挙げた具体的な材料や構成などはほんの一例に過ぎず、適宜変更が可能である。

例えば、上記実施形態のスパッタ装置では、基板を縦置きに支持してスパッタを行うが、基板を水平支持するスパッタ装置で本発明を実施することも可能である。

また、上記実施形態の磁気回路ユニットは、第1極性の第1磁石の周囲に第2極性の第2磁石を配置していたが、これに加えて、第2磁石の周囲に第1極性の第3磁石を配置し

50

て磁気回路ユニットを構成してもよい。

【 0 0 3 8 】

また、上記実施形態のスputタカソード機構ではDC電源を採用したが、DC電源およびRF電源を併用することも可能である。DC電源のみを採用した場合には、図8に示すように、スputタ電圧300Vで成膜したZnO系膜(膜厚2000)の比抵抗が436.6μcmであった。これに対して、例えば低電流4A設定のDC電源と350WのRF電源とを併用した場合には、ZnO-2wt%Al₂O₃ターゲットに対するスputタ電圧を100V程度として成膜したZnO系膜(膜厚2000)の比抵抗が389.4μcmであった。このように、DC電源にRF電源を併用することでスputタ電圧が低下し、スputタ電圧の低下に伴ってZnO系膜の比抵抗も低下する。すなわち、磁場強度だけでなく電源面からスputタ電圧を低下させることによっても、ZnO系膜の低抵抗化が可能になる。

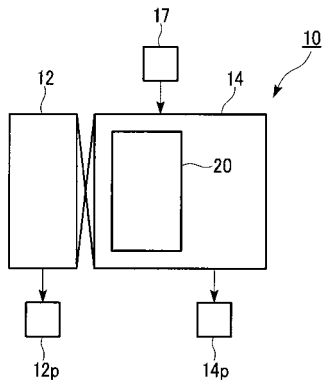
10

【産業上の利用可能性】

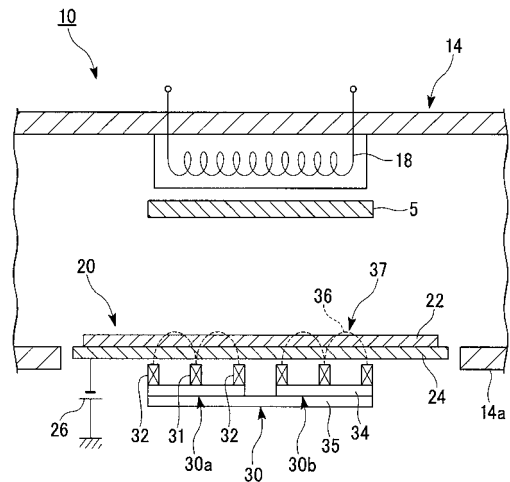
【 0 0 3 9 】

本発明によれば、比抵抗が低く、耐熱性に優れた、ZnO系材料からなる透明導電膜の形成方法を提供することができる。

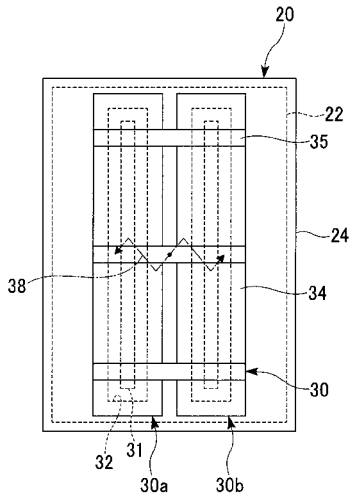
【 図 1 】



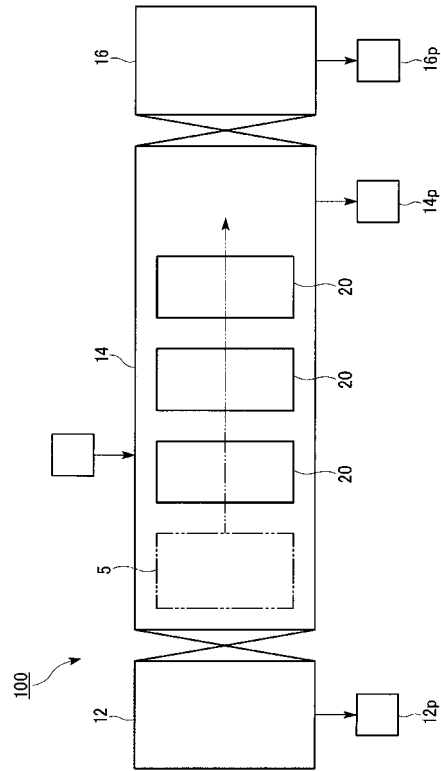
【 図 2 】



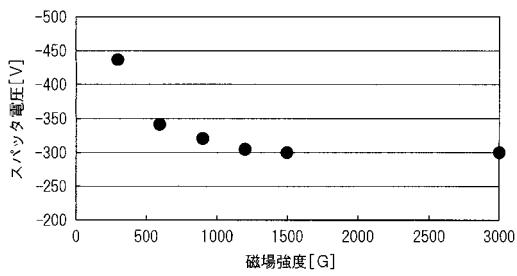
【 図 3 】



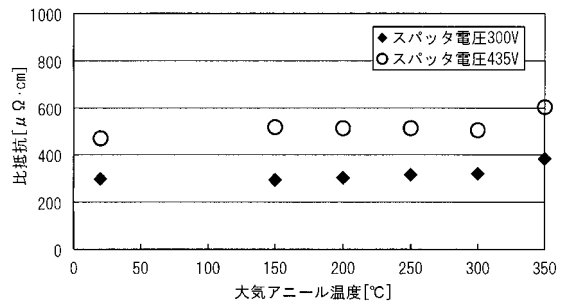
【 図 4 】



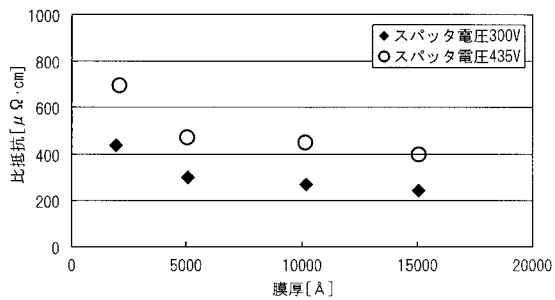
【 図 5 】



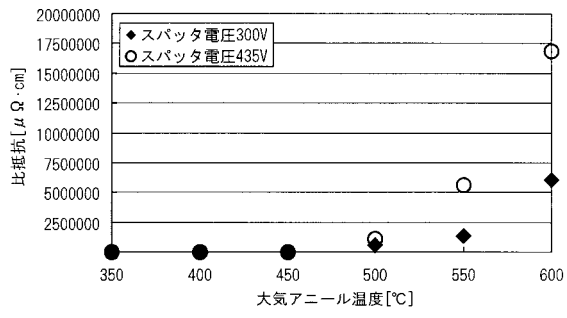
【 図 7 A 】



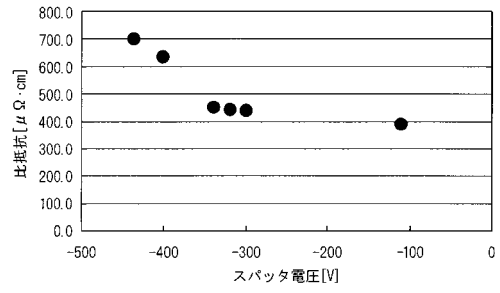
【 図 6 】



【図7B】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 杉浦 功
千葉県山武市横田523 株式会社アルバック 千葉超材料研究所内
- (72)発明者 高澤 悟
千葉県山武市横田523 株式会社アルバック 千葉超材料研究所内

審査官 鮎沢 輝万

- (56)参考文献 特開平09-087833(JP,A)
特開2003-239069(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 14/00-14/58
H01B 13/00