

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Februar 2001 (15.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/11673 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 21/311**,
C23F 1/26, C04B 35/453, 35/475

Frank [DE/DE]; Südtiroler Strasse 5, D-81547 München
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02652

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN & FISCHER GBR**,
Postfach 12 10 26, D-80034 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. August 2000 (09.08.2000)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, KR, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 37 503.8 9. August 1999 (09.08.1999) DE

Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-
Martin-Strasse 53, D-81541 München (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HINTERMAIER**,

(54) Title: METHOD FOR ETCHING BISMUTH-CONTAINING OXIDE FILMS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ÄTZEN VON WISMUTHALTIGEN OXIDFILMEN

(57) Abstract: The invention relates to a method for etching oxide films, which at least contain one bismuth oxide. The oxide film contains at least one bismuth oxide, especially a mixture of ferroelectric oxide containing bismuth. The method comprises the following steps: a) providing a substrate to which, at least one oxide film is applied, which comprises, at least, one oxide containing bismuth; b) an etching solution is brought into contact with the substrate so that the solution can react with the oxide film, whereby the etching solution contains between 2 and 20 % by weight of a fluoride ion-donor, 15 and 60 % by weight of nitric acid and 20 and 83 % by weight of water; c) the etching solution is removed from the substrate. Said etching solution is also used in a method for structuring bismuth-containing oxide films.

(57) Zusammenfassung: Erfindungsgemäss wird ein Verfahren zum Ätzen von Oxidfilmen bereitgestellt, wobei der Oxidfilm zumindest ein wismuthaltiges Oxid, insbesondere ein ferroelektrisches wismuthaltiges Mischoxid, umfasst. Das Verfahren beinhaltet die Schritte a) ein Substrat wird bereitgestellt, auf dem zumindest ein Oxidfilm, der zumindest ein wismuthaltiges Oxid umfasst, aufgebracht ist, b) eine Ätzlösung wird mit dem Substrat in Kontakt gebracht, so dass die Ätzlösung mit dem Oxidfilm reagieren kann, wobei die Ätzlösung 2 bis 20 Gewichtsprozent eines Fluorid-Ionen Donors, 15 bis 60 Gewichtsprozent Salpetersäure und 20 bis 83 Gewichtsprozent Wasser umfasst, und c) die Ätzlösung wird von dem Substrat entfernt. Die Ätzlösung wird auch in einem Verfahren zur Strukturierung von wismuthaltigen Oxidfilmen verwendet.

WO 01/11673 A2

Beschreibung

Verfahren zum Ätzen von wismuthaltigen Oxidfilmen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ätzen von wismuthaltigen Oxidfilmen. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Strukturierung von wismuthaltigen Oxidfilmen.

10

Ferroelektrische Speicheranordnungen besitzen gegenüber herkömmlichen Speicheranordnungen, wie beispielsweise DRAMs und SRAMs, den Vorteil, daß die gespeicherte Information auch bei einer Unterbrechung der Spannungs- bzw. Stromversorgung nicht verloren geht sondern gespeichert bleibt. Diese Nichtflüchtigkeit ferroelektrischer Speicheranordnungen beruht auf der Tatsache, daß bei ferroelektrischen Materialien die durch ein äußeres elektrisches Feld eingeprägte Polarisierung auch nach Abschalten des äußeren elektrischen Feldes im wesentlichen beibehalten wird. Ferroelektrische Schichten, z. B. aus PZT (Blei-Zirkon-Titanat), lassen sich z. B. naßchemisch unter Verwendung von HF, HNO₃ und H₂O₂ strukturieren. Um ferroelektrische Speicheranordnungen, insbesondere hoch integrierte ferroelektrische Speicheranordnungen, herstellen zu können, wurde vorgeschlagen, wismuthaltige Mischoxide, beispielsweise Strontiumwismuttantalat (SBT, SrBi₂Ta₂O₉), als ferroelektrische Schicht zu verwenden.

Leider hat sich herausgestellt, daß in der Regel wismuthaltige Mischoxide mit einem RIE-Verfahren gemäß US 5,873,977 nur unzureichend strukturiert werden können. Der Ätzabtrag beruht, auch bei der Verwendung reaktiver Gase wie z.B. Sauerstoff, Chlor, Brom, Chlorwasserstoff oder Bromwasserstoff, überwiegend oder fast ausschließlich auf dem physikalischen Anteil der Ätzung. Dementsprechend weist die Ätzung so gut wie keine Selektivität zu anderen Materialien auf und

es läßt sich in der Regel nur eine schlechte Maßhaltigkeit der Strukturierung erzielen.

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Ätzverfahren bereitzustellen, welches die oben be-
5 schriebenen Nachteile deutlich vermindert bzw. ganz vermeidet. Insbesondere ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Ätzverfahren bereitzustellen, mit dem sowohl ungetemperte wismuthaltige Oxidfilme sowie getemperte wismuthaltige, insbesondere Strontiumwismuttantalat umfassende Oxid-
10 filme, geätzt werden können.

Diese Aufgabe löst die Erfindung durch das in dem unabhängigen Patentanspruch 1 angegebene Verfahren zum Ätzen von Oxidfilmen, sowie durch das in dem unabhängigen Patentanspruch
15 11 angegebene Verfahren zur Strukturierung von Oxidfilmen. Weitere vorteilhafte Details, Aspekte und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der Beschreibung.

20 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Ätzen von Oxidfilmen, die zumindest ein wismuthaltiges Oxid, insbesondere ein ferroelektrisches wismuthaltiges Mischoxid, umfassen. Das Verfahren umfaßt die folgenden Schritte: ein Substrat wird bereitgestellt, auf dem zumindest
25 ein Oxidfilm, der zumindest ein wismuthaltiges Oxid umfaßt, aufgebracht ist; eine Ätzlösung wird mit dem Substrat in Kontakt gebracht, so daß die Ätzlösung mit dem Oxidfilm reagieren kann, wobei die Ätzlösung 2 bis 20 Gewichtsprozent eines Fluorid-Ionen Donors, 15 bis 60 Gewichtsprozent Salpetersäure
30 und 20 bis 83 Gewichtsprozent Wasser umfaßt; und die Ätzlösung wird von dem Substrat entfernt.

Der Begriff "Fluorid-Ionen Donor" umfaßt hierbei alle fluoridhaltigen Verbindungen, die in wäßriger Lösung zumindest teilweise in Fluoridanionen und Gegenkationen dissoziieren. In bevorzugten Ausführungsformen ist der Fluorid-Ionen

Donor Ammoniumfluorid NH_4F und/oder Ammoniumhydrogenfluorid NH_4HF_2 .

Der Begriff "in Kontakt bringen" umfaßt hierbei alle
5 beim nasschemischen Ätzen gebräuchlichen Methoden, insbesondere das Eintauchen des Substrats in die Ätzlösung oder das Besprühen des Substrates mit der Ätzlösung.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung um-
10 faßt die Ätzlösung zur pH-Wert Regulierung zusätzlich Mineralsäuren, insbesondere Salzsäure HCl oder Schwefelsäure H_2SO_4 und/oder anorganische Salze von Mineralsäuren, insbesondere Ammoniumchlorid NH_4Cl oder Ammoniumbromid NH_4Br .
Durch diese Zusätze kann eine Acidifizierung oder Pufferung
15 erreicht werden, wodurch die Ätzlösung variabel auf die Eigenschaften des zu ätzenden Films eingestellt werden kann. Weiterhin kann durch diese Zusätze die Polarität der Ätzlösung beeinflusst werden und individuell auf die Löslichkeit der Endprodukte des Ätzprozesses abgestimmt werden.

20

Zusätzlich kann die Ätzlösung organische oberflächenaktive Stoffe enthalten, bevorzugt Alkohole, insbesondere Ethanol oder Isopropanol, und/oder Säuren, insbesondere Essigsäure oder Propionsäure. Diese organischen Zusätze erlauben es
25 die Oberflächenspannung der Ätzlösung zu modifizieren und somit das Benetzungsvermögen der Ätzlösung zu regulieren.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist der zu ätzende Oxidfilm ein getemperter Oxidfilm. Ohne an ei-
30 ne bestimmte Erklärung gebunden zu sein, wird vermutet, daß das Vorhandensein von Fluoridionen im sauren Milieu für die Wirkung der Ätze von großer Bedeutung ist. Es wird vermutet, daß die Oxidionen in der bismuthaltigen-Oxidschicht durch die Säure protoniert werden und somit in Hydroxidionen überführt
35 werden. Diese könnten durch Fluoridionen, die einen vergleichbaren Ionenradius wie die Hydroxidionen aufweisen,

leicht ersetzt werden. Dies führt zu einer Bildung von säurelöslichen Fluoridkomplexen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Oxidfilm geätzt, der aus einer Mischung von Strontiumoxid SrO , Wismuttrioxid Bi_2O_3 und Tantalpentaoxid Ta_2O_5 besteht. In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt der zu ätzende Oxidfilm zumindest eines der Oxide der Gruppe bestehend aus Strontiumwismuttantalat $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$, Strontiumwismuttantalat-Derivaten, in denen Tantal zumindest teilweise durch ein anderes Metall aus der Gruppe der Übergangsmetalle oder Lanthanoiden ersetzt ist, Wismuttitanat $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, sowie den Strontiumbismuttitanaten $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ und $\text{Sr}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$, umfaßt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfaßt der Oxidfilm zumindest ein Niob-dotiertes Oxid der allgemeinen Zusammensetzung $\text{SrBi}_2\text{Ta}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_9$ mit $0 \leq x \leq 2$. Die erfindungsgemäßen wismuthaltigen Oxidfilme können hierbei nach allen in der Halbleitertechnologie üblichen Verfahren auf das Substrat aufgebracht werden, insbesondere durch CVD-, Sol-Gel-, oder Sputterverfahren.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Substrat nach dem Entfernen der Ätzlösung mit einer wäßrigen Salzsäurelösung behandelt. Durch diese Behandlung können Rückstände, die eventuell nach dem Einwirken und dem Entfernen der Ätzlösung auf dem Substrat zurückbleiben, einfach und schnell von dem Substrat entfernt werden und somit die Oberfläche des Substrates für eine weitere Bearbeitung vorbereitet werden.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Einwirkung der Ätzlösung auf den Oxidfilm durch mechanisches Reiben unterstützt. Dadurch kann die Einwirkungszeit, die nötig ist, um den Oxidfilm aufzulösen weiter herabgesetzt werden und somit das Verfahren beschleunigt werden. Unter mechanischem Reiben sind hier insbesondere

die dem Fachmann bekannten Methoden des mechanischen Polierens oder chemisch-mechanischen Polierens zu verstehen.

Die vorliegende Erfindung umfaßt weiterhin ein Verfahren
5 zur Strukturierung von Oxidfilmen, die zumindest ein wismuthaltiges Oxid, insbesondere ein ferroelektrisches wismuthaltiges Mischoxid, umfassen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt: ein Substrat wird bereitgestellt, daß auf seiner Oberfläche einen Oxidfilm, der zumindest ein wismuthaltiges Oxid umfaßt, aufweist; eine Maske wird auf dem Oxidfilm
10 aufgebracht; eine Ätzlösung wird mit dem Substrat in Kontakt gebracht, so daß die Ätzlösung mit den nicht durch die Maske abgedeckten Bereichen des Oxidfilms reagieren kann, wobei die Ätzlösung 2 bis 20 Gewichtsprozent eines Fluorid-Ionen Donors, 15 bis 60 Gewichtsprozent Salpetersäure und 20
15 bis 80 Gewichtsprozent Wasser umfaßt; die Ätzlösung wird von dem Substrat entfernt; und die Maske wird entfernt.

Die oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren sind
20 sowohl für getemperte als auch ungetemperte wismuthaltige Oxidfilme geeignet. Da die getemperten Oxidfilme häufig eine höhere chemische Resistenz gegenüber Ätzlösungen aufweisen, ermöglicht das Ätzen von ungetemperten Filmen den Einsatz von stark verdünnten Ätzlösungen, die ein für das Substrat schonenderes Ätzen erlauben.
25

In einer Variante des Verfahrens zur Strukturierung von Oxidfilmen wird nach der Aufbringung eines Strontiumbismuttantalat-Oxidfilms auf das Substrat und nach deren Temperung
30 ein Photolack auf die Oxidschicht aufgebracht. Geeignete Photolacke und Methoden zu deren Aufbringung sind dem Fachmann bekannt. Nach gängigen Methoden wird der Photolack durch eine Maske belichtet und anschließend entwickelt und von den unbelichteten Bereichen wieder entfernt. Anschließend wird
35 eine in den Patentansprüchen beschriebene Ätzlösung geeigneter Verdünnung mit dem Substrat in Kontakt gebracht, so daß die Ätzlösung auf den Oxidfilm einwirken kann. Nach der ge-

eigneten Ätzdauer, in welcher der Oxidfilm in den Bereichen entfernt wird, die nicht durch den Photolack geschützt werden, wird die Ätzlösung von dem Substrat entfernt. Allgemein erfolgt die Entfernung der Ätzlösung von dem Substrat in der
5 vorliegenden Erfindung nach den in der Halbleitertechnologie bekannten Methoden. Insbesondere kann dies durch Entfernen des Substrates aus der Ätzlösung erfolgen, oder durch ein Spülen des Substrates mit einer oder mehreren Waschlösungen, wie z.B. Wasser. Möglich ist auch eine Kombination, so daß
10 das Substrat nach dem Entfernen aus der Ätzlösung noch mit einer oder mehreren Waschlösungen nachbehandelt werden kann. Insbesondere kann zur Beschleunigung der Trocknung des geätzten Substrates, dieses mit leicht flüchtigen, vorzugsweise wassermischbaren Lösemitteln, wie z.B. Aceton nachgespült
15 werden. Nach dem Entfernen der Ätzlösung von dem Substrat wird dann der Photolack entfernt.

In einer weiteren Variante des Verfahrens zur Strukturierung von Oxidfilmen, erfolgt die Strukturierung vor dem
20 Tempern des Oxidfilms. Dazu wird auf die auf dem Substrat abgeschiedene Oxidschicht durch gängige Methoden, wie oben beschrieben, eine strukturierte Photolackschicht aufgebracht und anschließend mittels einer in der Patentanmeldung beschriebenen Ätzlösung in den unabgedeckten Bereichen ent-
25 fernt. In dieser Variante des Verfahrens können im allgemeinen verdünntere Ätzlösungen eingesetzt werden, um die Entfernung der Oxidschicht zu bewerkstelligen. Dies ist von Vorteil, wenn das Substrat besonders schonend geätzt werden soll, also eine mögliche Reaktion des Substrats mit der Ätz-
30 lösung vermieden werden soll.

Im weiteren sollen die erfindungsgemäßen Verfahren anhand von Beispielen näher erläutert werden.

35 1. Ätzlösungen:

Geeignete Ätzlösungen für die erfindungsgemäßen Verfahren können wie folgt erhalten werden:

Ätzlösung 1: 1.25g Ammoniumfluorid NH_4F werden in 6.8g

5 65%iger Salpetersäure HNO_3 gelöst.

Ätzlösung 1a: Ein Gewichtsanteil der Ätzlösung 1 wird mit einem Gewichtsanteil deionisierten Wasser H_2O verdünnt.

Ätzlösungen 1b: Ein Gewichtsanteil der Ätzlösung 1 wird mit zwei Gewichtsanteilen deionisierten Wasser H_2O verdünnt.

10 Ätzlösung 2: 1.9g Ammoniumhydrogenfluorid NH_4HF_2 werden in 7.0g 65% Salpetersäure gelöst.

Ätzlösung 2a: Ein Gewichtsanteil der Ätzlösung 2 wird mit einem Gewichtsanteil deionisierten Wasser H_2O verdünnt.

15 Ätzlösungen 2b: Ein Gewichtsanteil der Ätzlösung 2 wird mit zwei Gewichtsanteilen deionisierten Wasser H_2O verdünnt.

In der folgenden Tabelle 1 sind die Zusammensetzungen, sowie die Gewichtsanteile der Komponenten zueinander, aufgeführt.

20

Tabelle 1: Zusammensetzungen der Ätzlösungen 1, 1a, 1b, 2, 2a und 2b.

	Lösung 1	Lösung 1a	Lösung 1b	Lösung 2	Lösung 2a	Lösung 2b
HNO_3 (g)	4.42	4.42	4.42	4.55	4.55	4.55
HNO_3 (Gew. %)	54.9	27.5	18.3	51.1	25.6	17.0
NH_4F (g)	1.25	1.25	1.25	---	---	---
NH_4F (Gew. %)	15.5	7.8	5.2	---	---	---
NH_4HF_2 (g)	---	---	---	1.9	1.9	1.9
NH_4HF_2 (Gew. %)	---	---	---	21.4	10.7	7.1
H_2O (g)	2.38	10.43	18.48	2.45	11.35	20.25

H ₂ O	29.6	64.8	76.5	27.5	63.8	75.8
(Gew. %)						

2. Ätzverfahren:

Durch einen CVD-Prozess wird auf einer Pt-Elektrode bei einer Temperatur von etwa 430 °C ein SrO/Bi₂O₃/Ta₂O₅ Film mit einer Dicke von 120 nm abgeschieden. Der Film hat eine Zusammensetzung, in der Sr, Bi und Ta in einem Verhältnis von 18% Sr, 45% Bi und 37% Ta vorliegen. Anschließend wird die Pt-Elektrode mit dem SrO/Bi₂O₃/Ta₂O₅ Film bei einer Temperatur von etwa 800°C für eine Stunde in einer O₂-Atmosphäre getempert.

Anschließend werden auf je einer 4cm² (2x2 cm) großen Probe jeweils 10 Tropfen einer der oben aufgeführten Ätzlösungen 1, 1a, 1b, 2, 2a und 2b aufgebracht, um die Keramikschichten wieder zu entfernen. Nach einer bestimmten Ätzdauer kommt die silbrige Farbe der Pt-Elektrode wieder zum Vorschein. Die jeweiligen Ätzdauern sind in Tabelle 2 für die unterschiedlichen Proben aufgelistet. Anschließend wird die Probe mit deionisiertem Wasser gespült und getrocknet. Zur Beschleunigung des Trockenvorgangs kann die Probe nach der Spülung mit dem deionisiertem Wasser zusätzlich mit Aceton gespült werden.

Bei Anwendung der unverdünnten Aetzmischungen 1 und 2 wird gelegentlich die Bildung eines Rückstandes beobachtet. Diese Rückstandsbildung tritt in Abhängigkeit von der Filmzusammensetzung und der Vorbehandlung des Films, wie z.B. den Temperbedingungen, auf. Diese Rückstände können jedoch durch die Anwendung von wäßriger Salzsäure wieder entfernt werden. In konzentrierter Salzsäure lösen sich die Rückstände innerhalb weniger Sekunden auf. Die Oberflächenanalyse durch XRF Untersuchung zeigt, daß auf den geätzten Flächen kein Filmrückstände mehr vorhanden sind.

Die Ätzdauer kann zusätzlich durch mechanisches Reiben beschleunigt werden. Im Laborversuch erfolgt dies durch das Reiben mit einem mit Baumwolle beschichteten Stäbchen. Neben der Beschleunigung des Ätzvorganges wird so auch eine Rückstands-
5 standsbildung vermieden.

Tabelle 2: Ätzdauern bei Anwendung der verschiedenen Lösungen

Lösung	Ätzdauer (sec.)	Anmerkung
1	10	Rückstand
1a	30	
1b	90	
2	5	Rückstand
2a	20	
2b	60	

10 Modifizierung der Ätzlösungen:

Als zusätzliche Komponenten können die in den erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Ätzlösungen noch pH-Wert regulierende Zusätze und oberflächenaktive Zusätze umfassen.

15

Durch die Zumischung von weiteren anorganischen Komponenten, wie z.B. NH_4Cl , NH_4Br oder anorganischen Mineralsäuren wie HCl oder H_2SO_4 kann eine Pufferbildung bzw. eine Acidifizierung der Ätzlösungen erreicht werden. Darüber hinaus kann
20 die Polarität der Ätzlösung durch diese Zusätze beeinflusst werden und somit die Löslichkeit der Endprodukte des Ätzvorgangs weiter verbessert werden.

Durch die Zumischung von organischen Verbindungen kann
25 eine Modifizierung der Oberflächenspannung der Ätzlösung erreicht werden, und somit das Benetzungsvermögen der Ätzlösung reguliert werden. Besonders geeignete Verbindungsklassen sind Alkohole, insbesondere Ethanol oder Isopropanol, und Säuren, insbesondere Essigsäure oder Propionsäure.

Beispiele für geeignete Oxidschichten:

5 Allgemein ermöglicht die Erfindung das Ätzen und/oder Strukturieren von Oxidfilmen, die zumindest ein wismuthaltiges Oxid, insbesondere ein ferroelektrisches wismuthaltiges Mischoxid, umfassen.

10 Beispielsweise können mit dem mit den erfindungsgemäßen Verfahren Schichten aus einer Mischung von Strontiumoxid SrO , Wismuttrioxid Bi_2O_3 und Tantalpentaoxid Ta_2O_5 geätzt oder strukturiert werden. Weiterhin eignen sich die erfindungsgemäßen Verfahren zur Ätzung oder Strukturierung von Schichten aus Strontiumwismuttantalat $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ oder Strontiumwismuttantalat-Derivaten, in denen Tantal zumindest teilweise durch
15 ein anderes Metall aus der Gruppe der Übergangsmetalle oder Lanthanoiden ersetzt ist. Solche Derivate sind z.B. ein Niobdotierte Oxide der allgemeinen Zusammensetzung $\text{SrBi}_2\text{Ta}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_9$ mit $0 \leq x \leq 2$. Weitere geeignete Schichtenmaterialien sind Wismuttitanat $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, sowie die Strontiumwismuttitanate
20 $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ und $\text{Sr}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ätzen von Oxidfilmen, die zumindest ein
wismuthaltiges Oxid, insbesondere ein ferroelektrisches
5 wismuthaltiges Mischoxid, umfassen, mit den Schritten:
- a) ein Substrat wird bereitgestellt, auf dem zumindest
ein Oxidfilm, der zumindest ein wismuthaltiges Oxid
umfaßt, aufgebracht ist,
- 10 b) eine Ätzlösung wird mit dem Substrat in Kontakt ge-
bracht, so daß die Ätzlösung mit dem Oxidfilm reagie-
ren kann, wobei die Ätzlösung 2 bis 20 Gewichtspro-
zent eines Fluorid-Ionen Donors, 15 bis 60 Gewichts-
15 prozent Salpetersäure und 20 bis 83 Gewichtsprozent
Wasser umfaßt, und
- c) die Ätzlösung wird von dem Substrat entfernt.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Fluoridionen-Donor Ammoniumfluorid NH_4F und/oder
Ammoniumhydrogenfluorid NH_4HF_2 ist.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ätzlösung zusätzlich Mineralsäuren, insbesondere
Salzsäure HCl oder Schwefelsäure H_2SO_4 und/oder anorga-
nische Salze von Mineralsäuren, insbesondere Ammonium-
30 chlorid NH_4Cl oder Ammoniumbromid NH_4Br , zur pH-Wert Re-
gulierung umfaßt.
4. Verfahren nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Ätzlösung zusätzlich organische oberflächenakti-
ve Stoffe enthält, bevorzugt Alkohole, insbesondere Et-

hanol oder Isopropanol, und/oder Säuren, insbesondere Essigsäure oder Propionsäure, umfaßt.

5. Verfahren nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß die Oxidschicht eine getemperte Oxidschicht ist.
6. Verfahren nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 daß der Oxidfilm aus einer Mischung von Strontiumoxid SrO , Wismuttrioxid Bi_2O_3 und Tantalpentaoxid Ta_2O_5 besteht.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß der Oxidfilm zumindest eines der Oxide der Gruppe bestehend aus Strontiumwismuttantalat $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$, Strontiumwismuttantalat-Derivaten, in denen Tantal zumindest teilweise durch ein anderes Metall aus der Gruppe der
20 Übergangsmetalle oder Lanthanoiden ersetzt ist, Wismuttitanat $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, sowie den Strontiumwismuttitanaten $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ und $\text{Sr}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$, umfaßt.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß der Oxidfilm zumindest ein Niob-dotiertes Oxid der allgemeinen Zusammensetzung $\text{SrBi}_2\text{Ta}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_9$ mit $0 \leq x \leq 2$ umfaßt.
- 30 9. Verfahren nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß das Substrat nach dem Entfernen der Ätzlösung mit einer wäßrigen Salzsäurelösung behandelt wird.
- 35 10. Verfahren nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Einwirkung der Ätzlösung auf den Mischoxidfilm durch mechanisches Reiben unterstützt wird.

11. Verfahren zur Strukturierung von Oxidfilmen, die zumindest ein wismuthaltiges Oxid, insbesondere ein ferroelektrisches wismuthaltiges Mischoxid, umfassen, mit den Schritten:

a) ein Substrat wird bereitgestellt, daß auf seiner Oberfläche einen Oxidfilm, der zumindest ein wismuthaltiges Oxid umfaßt, aufweist,

b) eine Maske wird auf dem Oxidfilm aufgebracht,

c) eine Ätzlösung wird mit dem Substrat in Kontakt gebracht, so daß die Ätzlösung mit den nicht durch die Maske abgedeckten Bereichen des Oxidfilms reagieren kann, wobei die Ätzlösung 2 bis 20 Gewichtsprozent eines Fluorid-Ionen Donors, 15 bis 60 Gewichtsprozent Salpetersäure und 20 bis 80 Gewichtsprozent Wasser umfaßt,

d) die Ätzlösung wird von dem Substrat entfernt, und

e) die Maske wird entfernt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluoridionen-Donor Ammoniumfluorid NH_4F und/oder Ammoniumhydrogenfluorid NH_4HF_2 ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ätzlösung zusätzlich Mineralsäuren, insbesondere Salzsäure HCl oder Schwefelsäure H_2SO_4 und/oder anorganische Salze von Mineralsäuren, insbesondere Ammonium-

chlorid NH_4Cl oder Ammoniumbromid NH_4Br , zur pH-Wert Regulierung umfaßt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Ätzlösung zusätzlich organische oberflächenaktive Stoffe enthält, bevorzugt Alkohole, insbesondere Ethanol oder Isopropanol, und/oder Säuren, insbesondere Essigsäure oder Propionsäure, umfaßt.
- 10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Oxidschicht eine getemperte Oxidschicht ist.
- 15 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Oxidfilm aus einer Mischung von Strontiumoxid SrO , Wismuttrioxid Bi_2O_3 und Tantalpentaoxid Ta_2O_5 besteht.
- 20 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Oxidfilm zumindest eines der Oxide der Gruppe bestehend aus Strontiumwismuttantalat $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$, Strontiumwismuttantalat-Derivaten, in denen Tantal zumindest teilweise durch ein anderes Metall aus der Gruppe der Übergangsmetalle oder Lanthanoiden ersetzt ist, Wismuttitanat $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, sowie den Strontiumwismuttitanaten $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ und $\text{Sr}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$, umfaßt.
- 25 18. Verfahren nach Anspruch 17,
da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Oxidfilm zumindest ein Niob-dotiertes Oxid der allgemeinen Zusammensetzung $\text{SrBi}_2\text{Ta}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_9$ mit $0 \leq x \leq 2$ umfaßt.
- 30 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18,
- 35

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Substrat nach dem Entfernen der Ätzlösung mit
einer wäßrigen Salzsäurelösung behandelt wird.

- 5 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Einwirkung der Ätzlösung auf den Mischoxidfilm
durch mechanisches Reiben unterstützt wird.