



BUNDESPATENTGERICHT

23 W (pat) 69/05

(Aktenzeichen)

Verkündet am
24. Januar 2008

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

...

betreffend die Patentanmeldung 101 21 657.2- 33

hat der 23. Senat (technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 24. Januar 2008 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Tauchert, des Richters Schramm, der Richterin Dr. Thum-Rung und des Richters Brandt

beschlossen:

1. Auf die Beschwerde wird der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 28. April 2005 aufgehoben und das Patent mit folgenden Unterlagen erteilt:

Patentansprüche 1 bis 18, überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 24. Januar 2008,
ursprüngliche Beschreibung, Seiten 1, 2, 4 bis 6, 9 bis 14,
neue Beschreibung, Seiten 2a, 3, 7 und 8, überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 24. Januar 2008,
Zeichnung, Figuren 1 bis 4, eingegangen am 15. Mai 2001.

Anmeldetag: 3. Mai 2001

Bezeichnung: Mikroelektronische Struktur mit Wasserstoffbarrierenschicht

Im Übrigen wird die Beschwerde zurückgewiesen.

2. Die Rückzahlung der Beschwerdegebühr wird angeordnet.

Gründe

I.

Die vorliegende Patentanmeldung ist am 3. Mai 2001 unter der Bezeichnung „Mikroelektronische Struktur mit einer Wasserstoffbarrierenschicht“ beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht worden.

Im Prüfungsverfahren hat die Prüfungsstelle in ihren Bescheiden auf den Stand der Technik gemäß den Druckschriften

- (1) JP 2001 - 015 696 A mit Computerübersetzung und Abstract
- (2) US 6 060 766
- (3) WO 01/24 237 A1
- (4) DE 199 04 379 A1
- (5) EP 0 513 894 A2
- (6) US 6 027 947
- (7) US 5 523 595
- (8) EP 1 006 580 A2
- (9) US 6 455 882 B1 (nachveröffentlichtes US -Familienmitglied zu (1))
- (10) US 5 624 864
- (11) JP 11 - 087 633 A mit Computerübersetzung und Abstract und
- (12) US 6 177 351 B1

hingewiesen und dargelegt, dass die nebengeordneten Ansprüche 1 und 15 nach Haupt- und nach Hilfsantrag nicht gewährbar seien, da sich ihre Gegenstände für den Fachmann in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik ergäben.

Die Anmelderin hat dem widersprochen und die Erteilung eines Patents mit dem ursprünglichen Anspruchssatz, hilfsweise mit einem Anspruchssatz mit modifizierten nebengeordneten Ansprüchen 1 und 15 beantragt.

Weiterhin hat sie in allen drei Eingaben die Durchführung einer Anhörung beantragt.

Mit Beschluss vom 28. April 2005 hat die Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts die Anmeldung zurückgewiesen und zur Begründung dargelegt, der Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hauptantrag ergebe

sich ebenso wie der Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag für den Fachmann in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik.

Die von der Anmelderin beantragte Anhörung sei nicht sachdienlich, da angesichts der Ausführungen der Anmelderin in ihren Eingaben zu erwarten gewesen sei, dass die Anmelderin ihre Auffassung hinsichtlich der Patentfähigkeit der beanspruchten Gegenstände auch in einer Anhörung beibehalten würde. Wegen des Grundsatzes der Verfahrensökonomie sei die Frage der Sachdienlichkeit der Anhörung daher zu verneinen. Zudem habe die Anmelderin ausreichend Gelegenheit zur Stellungnahme gehabt und sei auch der Aufforderung der Prüfungsstelle nicht nachgekommen, sich zur Vereinbarung eines Anhörungstermins mit der Prüfungsstelle in Verbindung zu setzen, womit sie die Sachdienlichkeit einer Anhörung wieder in das Ermessen der Prüfungsstelle gestellt habe.

Gegen diesen Beschluss wendet sich die Beschwerde der Anmelderin vom 16. Juni 2005. Sie beantragt,

den Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 28. April 2005 aufzuheben und das Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen:

Ursprüngliche Patentansprüche 1 bis 24,
hilfsweise Patentansprüche 1 bis 24, eingegangen am
16. Oktober 2003,
ursprüngliche Beschreibung, Seiten 1 bis 14,
Zeichnung, Figuren 1 bis 4, eingegangen am 15. Mai 2001,

weiter hilfsweise Patentansprüche 1 bis 18, überreicht in der
mündlichen Verhandlung vom 24. Januar 2008,
ursprüngliche Beschreibung Seiten 1, 2, 4 bis 6, 9 bis 14,

neue Beschreibung, Seiten 2a, 3, 7 und 8, überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 24. Januar 2008, Zeichnung, Figuren 1 bis 4, eingegangen am 15. Mai 2001.

Ferner beantragt die Anmelderin die Rückzahlung der Beschwerdegebühr.

Der Anspruch 1 nach Hauptantrag lautet:

„1. Mikroelektronische Struktur mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14), das von einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) bedeckt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14) und der Wasserstoffbarrierschicht (22,26) zumindest ein Zwischenoxid (18) angeordnet ist, das mindestens fünfmal so dick wie das wasserstoffempfindliche Dielektrikum (14) ist.“

Der Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 lautet:

„1. Mikroelektronische Struktur mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14), das von einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) bedeckt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14) und der Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) zumindest ein Zwischenoxid (18) angeordnet ist, das mindestens fünfmal so dick wie das wasserstoffempfindliche Dielektrikum (14) ist und das als Intermetalldielektrikum dient.“

Die nebengeordneten Vorrichtungsansprüche 1 und 4 nach Hilfsantrag 2 lauten.

„1. Mikroelektronische Struktur mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14), das von einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) aus einem elektrisch isolierenden Material bedeckt ist, wobei zwischen dem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14) und der Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) zumindest ein Zwischenoxid (18) angeordnet ist, das mindestens fünfmal so dick wie das wasserstoffempfindliche Dielektrikum (14) ist, wobei im Zwischenoxid (18) mit leitfähigem Material (24) gefüllte Kontaktlöcher (20) angeordnet sind und die Wasserstoffbarrierschicht (22) die Seitenwände der Kontaktlöcher (20) auskleidet.“

„4. Mikroelektronische Struktur mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14), das von einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) aus einem elektrisch leitenden Material bedeckt ist, wobei zwischen dem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum (14) und der Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) zumindest ein Zwischenoxid (18) angeordnet ist, das mindestens fünfmal so dick wie das wasserstoffempfindliche Dielektrikum (14) ist, wobei im Zwischenoxid (18) mit leitfähigem Material (24) gefüllte Kontaktlöcher (20) angeordnet sind und die Wasserstoffbarrierschicht (26) von einer isolierenden Schicht (22, 28, 30) bedeckt ist, die die Seitenwände der Kontaktlöcher (20) auskleidet.“

Die weiteren nebengeordneten Verfahrensansprüche 11 und 12 nach Hilfsantrag 2 lauten bei Korrektur der Angabe „Verfahren **zu** Herstellung“ in „Verfahren **zur** Herstellung“:

„11. Verfahren zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur, die ein von einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) bedecktes wasserstoffempfindliches Dielektrikum (14) aufweist, mit den Schritten:

- ein wasserstoffempfindliches Dielektrikum (14) wird auf ein Substrat (2, 6) aufgebracht;
- auf das wasserstoffempfindliche Dielektrikum (14) wird zumindest ein Zwischenoxid (18) in einer Dicke aufgebracht, die mindestens das fünffache der Dicke des wasserstoffempfindlichen Dielektrikums (14) beträgt;
- das Zwischenoxid (18) wird mit einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) aus einem isolierenden Material bedeckt, und
- nach Aufbringen der Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) werden in das Zwischenoxid (18) Kontaktlöcher (20) geätzt und die Seitenwände der Kontaktlöcher (20) mit einer isolierenden Schicht (22, 30) ausgekleidet, wobei die isolierende Schicht (22, 28, 30) aus dem gleichen Material wie die Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) besteht und beide zusammen die Wasserstoffbarrierschicht bilden.“

„12. Verfahren zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur, die ein von einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) bedecktes wasserstoffempfindliches Dielektrikum (14) aufweist, mit den Schritten:

- ein wasserstoffempfindliches Dielektrikum (14) wird auf ein Substrat (2, 6) aufgebracht;
- auf das wasserstoffempfindliche Dielektrikum (14) wird zumindest ein Zwischenoxid (18) in einer Dicke aufgebracht, die mindestens das fünffache der Dicke des wasserstoffempfindlichen Dielektrikums (14) beträgt;
- das Zwischenoxid (18) wird mit einer Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) aus einem elektrisch leitenden Material bedeckt, und

- nach Aufbringen der Wasserstoffbarrierschicht (22, 26) werden in das Zwischenoxid (18) Kontaktlöcher (20) geätzt und die Seitenwände der Kontaktlöcher (20) mit einer isolierenden Schicht (22, 30) ausgekleidet, wobei die Wasserstoffbarrierschicht (26) von der isolierenden Schicht (22, 28, 30) bedeckt wird.“

Hinsichtlich des nebengeordneten Verfahrensanspruchs 15 sowie der Unteransprüche 2 bis 14 und 16 bis 24 nach Hauptantrag und nach Hilfsantrag 1 wird ebenso wie hinsichtlich der Unteransprüche 2, 3, 5 bis 10 und 13 bis 18 nach Hilfsantrag 2 und weiterer Einzelheiten auf den Akteninhalt verwiesen.

II.

Die zulässige Beschwerde der Anmelderin hat nur insoweit Erfolg, als der angefochtene Beschluss aufgehoben und das Patent mit den Unterlagen gemäß dem Hilfsantrag 2 erteilt wird.

1. Die Zulässigkeit der geltenden Ansprüche nach Hauptantrag kann ebenso wie die Zulässigkeit der geltenden Ansprüche nach Hilfsantrag 1 dahingestellt bleiben, denn die im Anspruch 1 nach Hauptantrag und die im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 beanspruchte mikroelektronische Struktur ergibt sich nach dem Ergebnis der mündlichen Verhandlung für den Fachmann in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik, vgl. hierzu BGH GRUR 1991, 120, 121 - „Elastische Bandage“.
2. Die Anmeldung beschäftigt sich mit einer mikroelektronischen Struktur mit einer Wasserstoffbarrierschicht sowie einem Herstellungsverfahren für eine derartige Struktur. Bei einer Reihe mikroelektronischer Strukturen werden der Beschreibungseinleitung der vorliegenden Anmeldung zufolge dielektrische oder ferroelektrische Schichten verwendet, die empfindlich auf Wasserstoff sind, da ein-

diffundierender Wasserstoff die metalloxidhaltigen ferroelektrischen Schichten reduziert. Mit dieser Reduktion ist eine Verringerung der Polarisierbarkeit sowie eine Verschlechterung weiterer dielektrischer Eigenschaften der genannten Materialien verbunden. Werden diese bspw. als Dielektrikum des Speicherkondensators eines Halbleiterspeichers verwendet, so führt die bei der Herstellung von Speicherschaltungen unvermeidbare Einwirkung von Wasserstoff auf diese Materialien, welche für die Entwicklung von höchstintegrierten Speicherbauelementen wegen ihrer hohen Dielektrizitätskonstanten an sich vielversprechend sind, zur drastischen Verschlechterung ihrer Eigenschaften.

Um die genannten Materialien dennoch für die Entwicklung höchstintegrierter mikroelektronischer Strukturen nutzen zu können, ist es gemäß den Darlegungen der Anmelderin in der Beschreibungseinleitung bekannt, die jeweiligen Strukturen mit den wasserstoffempfindlichen Schichten mittels einer Wasserstoffbarrierenschicht zu bedecken, die das Eindiffundieren von Wasserstoff bei nachfolgenden Prozessschritten verhindert.

Allerdings hat sich gezeigt, dass bei der Abscheidung der Barrierschicht selbst bereits die Gefahr der Kontamination der darunter liegenden ferroelektrischen Schichten durch Wasserstoff besteht und dass zudem auch eine Belastung durch das bei der Abscheidung dieser und nachfolgender Schichten verwendete Plasma zu beobachten ist. Dabei kann es insbesondere zu elektrostatischen Aufladungen der Kondensatorelektrode und in deren Folge zu einer Schädigung der ferroelektrischen Dielektrikumsschicht kommen.

Demgemäß liegt der Anmeldung als technisches Problem die Aufgabe zugrunde, eine mikroelektronische Struktur anzugeben, bei der diese Schädigungen weitgehend ausgeschlossen sind. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum angegeben werden, bei dem der Schutz des wasserstoffempfindlichen Dielektrikums ver-

bessert ist, vgl. die Beschreibungsunterlagen gemäß Hauptantrag und gemäß Hilfsantrag 1, Seite 3, zweiter Absatz und Seite 7, letzter Absatz.

Gemäß dem geltenden Anspruch 1 nach Haupt- und nach Hilfsantrag 1 wird diese Aufgabe hinsichtlich der mikroelektronischen Struktur dadurch gelöst, dass bei einer mikroelektronischen Struktur, bei der das wasserstoffempfindliche Dielektrikum von einer Wasserstoffbarrierschicht bedeckt ist, zwischen dem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum und der Barrierschicht ein Zwischenoxid angeordnet ist, das mindestens fünfmal so dick wie das Dielektrikum ist. Im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 wird darüber hinaus angegeben, dass die Zwischenoxidschicht als Intermetalldielektrikum, d. h. als dielektrische Isolatorschicht zwischen zwei Metallisierungsebenen dient.

3. Dem Fachmann, der hier als ein mit der Weiterentwicklung von Halbleiterspeicherschaltungen befasster Diplom-Ingenieur der Elektrotechnik oder Diplom-Physiker mit einigen Jahren Berufserfahrung in der Entwicklung und Herstellung hochintegrierter Halbleiterspeicher anzusetzen ist, sind - in weitgehender Übereinstimmung mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hauptantrag und Hilfsantrag 1, wie nachfolgend dargelegt wird - als Stand der Technik mikroelektronische Strukturen in Form von Speicherschaltungen bekannt, die ein von einer Wasserstoffbarrierschicht bedecktes wasserstoffempfindliches Dielektrikum aufweisen, wobei zwischen dem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum und der Wasserstoffbarrierschicht ein Zwischenoxid angeordnet ist, das als Intermetalldielektrikum dient:

Wie die Druckschrift (10) ausweist, wurden im Rahmen der Entwicklung höchstintegrierter Halbleiterspeicher nämlich Speicher entwickelt, deren Speicherkondensatoren als Dielektrikum eine ferroelektrische Schicht oder eine Schicht aus einem Material mit einer hohen Dielektrizitätskonstante aufweisen, vgl. den Text in Sp. 1, Zeilen 26 bis 31: *„In addition, lately, nonvolatile random access memories in a simple construction having a capacitor, using a ferroelectric layer as capacitor*

dielectric layer, and dynamic random access memories having a capacitor using dielectric layer of high dielectric constant as storage capacitor have been developed.“

Bei derartigen Halbleiterspeichern werden - so erläutert die Druckschrift (10) anhand der Fig. 1 und dem zugehörigen Text in Sp. 1, Zeile 35 bis Sp. 2, Zeile 4 weiter - die aus einer unteren Elektrode, der dielektrischen Schicht aus dem genannten wasserstoffempfindlichen Material und einer oberen Elektrode gebildeten Speicherkondensatoren mit einer isolierenden Zwischenschicht in Form einer Zwischenoxidschicht aus einem Phosphorsilikatglas (PSG) bedeckt: „... *This capacitor 11 is formed by sequentially laminating a first conductive layer as bottom electrode 8, capacitor dielectric layer 9, and a second conductive layer as top electrode 10, and patterning respectively by etching. As the capacitor dielectric layer 9, a ferroelectric layer or high dielectric layer is used, and as bottom electrode 8 and top electrode 10, a two-layer composition consisting of platinum layer and titanium layer sequentially from the side contacting with the capacitor dielectric layer 9 is used. At step (4), an interlayer insulating layer 12 composed of PSG (phospho-silicate glass) is formed by CVD so that at least the capacitor 11 is covered.*“

Um die elektrischen Verbindungen zu den Elektroden des Speicherkondensators sowie zu den übrigen aktiven Elementen der Speicherschaltung herzustellen, werden anschließend Kontaktlöcher in das Zwischenoxid eingebracht und auf diesem Verbindungsleitungen erzeugt, die durch die Kontaktlöcher hindurch die angegebenen Gebiete elektrisch anschließen, vgl. den weiteren Text in Sp. 2, Zeilen 4 bis 8: „*At step (5), a first contact hole 13a reaching the source/drain active areas 3 of the integrated circuit 6, a second contact hole 13b reaching the bottom electrode of the capacitor 11, and a third contact hole 13c reaching the top electrode 10 of the capacitor 11 are formed.*“

Das Zwischenoxid deckt damit einerseits die Speicherkondensatoranordnung ab und schützt diese bei weiteren Prozess-Schritten, übernimmt gleichzeitig aber

auch die Funktion des Intermetalldielektrikums zwischen der Verdrahtungsebene aus den auf dem Zwischenoxid erzeugten Verbindungsleitungen und der Ebene mit den Speicherkapazitäten.

Abschließend wird die bis dahin hergestellte mikroelektronische Struktur mit einer Passivierungsschicht in Form einer Siliziumnitrid- oder Siliziumoxynitridschicht abgedeckt, die das Eindringen von Wasser in die derart gebildete mikroelektronische Struktur verhindert, vgl. hierzu die Sp. 2, Zeilen 9 bis 12: *„After forming interconnections ..., a passivation layer 15 composed of silicon nitride layer or silicon oxynitride layer of high humidity resistance is formed by plasma CVD ...“*

Bei dieser in der Druckschrift (10) als Stand der Technik beschriebenen Speicherstruktur kann es jedoch noch durch den beim Plasma-CVD-Abscheiden der Wasserstoffbarrierschicht erzeugten Wasserstoff zu einer Beeinträchtigung der dielektrischen Eigenschaften der ferroelektrischen Schicht kommen, vgl. den Text in Sp. 2, Zeilen 24 bis 38: *„Yet, in such conventional semiconductor device having capacitor, as a passivation layer 15, silicon nitride layer or silicon oxynitride layer formed by plasma CVD is used, and although invasion of moisture from outside into the capacitor 11 may be prevented, activated hydrogen is generated in the layer forming process by plasma CVD, and this activated hydrogen may diffuse in the ferroelectric layer or high dielectric layer for composing the capacitor dielectric layer 9, which may induce increase of leakage current of the capacitor 11 or deterioration of electrical characteristic.“*

Derartige Probleme können jedoch verhindert werden, wenn die genannte Anordnung nach dem Erzeugen der PSG-Zwischenoxidschicht in einer Stickstoff-Atmosphäre getempert und dabei deren Wasserstoffgehalt reduziert wird, vgl. in der Druckschrift (10) die Fig. 3 und den zugehörigen Text in Sp. 5, Zeile 5 bis Sp. 6, Zeile 20, in dem eine Speicherstruktur mit demselben Aufbau wie dem in der oben genannten Fig. 1 offenbart wird, sowie die Fig. 6 und den zugehörigen Text in Sp. 6, Zeile 55 bis Sp. 7, Zeile 4, in dem die durch die Temperbehandlung er-

reichte Verbesserung der Stabilität der dielektrischen Eigenschaften des ferroelektrischen Materials angegeben wird.

Damit ist aus (10) eine mikroelektronische Struktur bekannt, bei der das wasserstoffempfindliche Dielektrikum wie bei der anmeldungsgemäßen Struktur auch gegen die Einwirkung des beim Plasmaabscheidevorgangs entstehenden Wasserstoffs geschützt ist, die bis auf das Merkmal, dass das Zwischenoxid mindestens fünfmal so dick ist wie das wasserstoffempfindliche Dielektrikum, alle Merkmale der im geltenden Anspruch 1 nach Hauptantrag und der im geltenden Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 angegebenen mikroelektronischen Struktur aufweist. Zu den Dicken der genannten Schichten macht die Druckschrift (10) nämlich keine Angaben.

Allerdings ist es für den Fachmann selbstverständlich, die Dicke der beiden genannten Schichten entsprechend der ihnen zugedachten Funktion und abhängig von den durch den Integrationsgrad der Schaltung vorgegebenen Parametern zu wählen. So muss die Dicke der dielektrischen Schicht bei der aus der Druckschrift (10) bekannten Speicherstruktur so gewählt werden, dass sich bei Berücksichtigung der durch den Integrationsgrad bestimmten Vorgaben für die Fläche jedes Kondensatorelements und der Dielektrizitätskonstanten des jeweiligen ferroelektrischen Materials eine für einen Halbleiterspeicher geeignete Kapazität ergibt, die einerseits eine sichere Unterscheidung zwischen den Zuständen „entladen“ und „geladen“ gewährleistet, andererseits aber mit geringem Strom umgeladen werden kann, um den Leistungsbedarf der Schaltung insgesamt niedrig zu halten. Die Dicke der Zwischenoxidschicht muss hingegen gewährleisten, dass sie ihre Aufgabe als Schutz gegen die Einwirkung von Wasserstoff und als Intermetalldielektrikum bei der mikroelektronischen Halbleiterspeicher-Struktur nach Druckschrift (10) sicher erfüllen kann.

Im Zusammenhang mit derartigen Überlegungen offenbart die Druckschrift (12) dem Fachmann konkrete Werte für die Dicken der beiden genannten Schichten

bei Halbleiterspeicher-Strukturen mit wasserstoffempfindlichen ferroelektrischen Dielektrika, wie sie im Zeitraum vor dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung Stand der Technik waren. Diese Entgegenhaltung offenbart nämlich eine Halbleiterspeicherstruktur mit Speicherkondensatoren mit einem wasserstoffempfindlichen ferroelektrischen Dielektrikum, bei der die Speicherkondensatoranordnung wie bei der Speicherstruktur nach Druckschrift (10) ebenfalls mit einem Isolationsoxid bedeckt ist, das als Intermetalldielektrikum zwischen einer Verdrahtungsebene und der darunter liegenden Ebene der Speicherkondensatoren dient, vgl. hierzu die in den Fig. 2 bis 6 und im zugehörigen Text insbesondere in Sp. 4, Zeile 22 bis Sp. 7 erläuterten Speicherstrukturen, deren Herstellung anhand der Fig. 8 und 9 im Text in Sp. 7, Zeile 46 bis Sp. 11, Zeile 28 erläutert wird.

Wie dabei im Text zur Erläuterung der Speicherstrukturen in Sp. 5, Zeilen 55 bis 58 angegeben wird, liegt die Dicke des ferroelektrischen Dielektrikums der Speicherkondensatoren im Bereich zwischen 3 nm bis 150 nm: *„The charge storage layer or capacitor dielectric 212 is preferably Ba - Sr - Ti -O ((Ba, Sr) TiO₃) having a thickness in the range of approximately 3 nm to 150 nm, but preferably about 25 nm.“* Dabei zeigt die im Text folgende Angabe, dass dieses Material und die dementsprechende Dickenangabe stellvertretend für die übrigen zur Familie der ferroelektrischen Dielektrika gehörenden Perovskite steht, die sich alle durch eine hohe Dielektrizitätskonstante auszeichnen: *„Examples of alternative storage layer materials include Ta₂O₅, PZT, ..., and Bi₂A_{1-x}B_xO_{3x-3} (or, more generally, layered perovskite family of materials)... In general, the preferred storage layer materials will have a dielectric constant of 50 or greater.“*

Bei den anhand der Fig. 8 und 9 und dem zugehörigen Text erläuterten Ausführungsbeispielen zur Herstellung dieser Strukturen wird im Text in Sp. 9, Abschnitt (8-k) sowie im Text in Sp. 10 im Abschnitt (9-f) angegeben, dass die Dielektrikumsschicht eine Dicke von 40 nm aufweist: *„Deposit an approximately 40 nm capacitor dielectric layer ...“*, während die Dicke der jeweiligen Zwischenoxide bei diesen Ausführungsbeispielen gemäß dem Abschnitt (8-n) in Sp. 10 und

dem Abschnitt (9-g) in Sp. 11 jeweils 500 nm betragen soll: *„Deposit a 500 nm thick interlayer dielectric (e.g. PETEOS) over all the cell array ...“* bzw. *„Deposit and planarize a 500 nm thick interlayer dielectric 920 (e.g. PETEOS) over the structure.“* Dabei steht PETEOS für Phosphor dotiertes Tetraethylorthosilikat (TEOS), was ein übliches Siliziumoxid-Material für Zwischenoxide ist.

Bei den gemäß diesen Angaben in den Ausführungsbeispielen hergestellten Speicherstrukturen ist die u.a. als Intermetalldielektrikum dienende Zwischenoxidschicht somit um mehr als den Faktor 12 dicker als das ferroelektrische Dielektrikum der Speicherkapazität. Auch bei Wahl der Schichtdicke der dielektrischen Schicht entsprechend dem oben genannten in (12) offenbarten Schichtdickenbereich, in dem der Wert von 25 nm bevorzugt wird, ergeben sich ähnliche Verhältnisse.

Der von der Halbleiterspeicher-Struktur nach Druckschrift (10) ausgehende Fachmann entnimmt der Druckschrift (12) somit die Lehre, die Dicke des als Intermetalldielektrikum dienenden Zwischenoxids weitaus größer und insbesondere mehr als fünf mal dicker als die Dicke des als Dielektrikum der Speicherkapazität dienenden ferroelektrischen Materials zu wählen. Damit gelangt er ohne erfinderisches Zutun zu einer Halbleiterspeicher-Struktur mit allen im geltenden Anspruch 1 nach Hauptantrag und zu einer Halbleiter-Struktur mit allem im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 angegebenen Merkmalen.

Der Anspruch 1 nach Hauptantrag und der Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 sind somit mangels erfinderischer Tätigkeit nicht gewährbar.

Mit dem jeweiligen Anspruch 1 fallen wegen der Antragsbindung auch die jeweiligen nebengeordneten Verfahrensansprüche 15 sowie die Unteransprüche 2 bis 14 und 16 bis 24 nach Hauptantrag bzw. nach Hilfsantrag 1, vgl. hierzu BGH GRUR 1997, 120 amtlicher Leitsatz - „Elektrisches Speicherheizgerät“.

Den Anträgen auf Patenterteilung gemäß Hauptantrag und gemäß Hilfsantrag 1 konnte somit nicht stattgegeben werden.

4. Dem Antrag auf Erteilung eines Patents gemäß Hilfsantrag 2 war jedoch zu entsprechen, denn die zugehörigen Unterlagen erfüllen die für die Patentierung notwendigen Voraussetzungen, wie nachfolgend dargelegt wird:

5. Die Ansprüche 1 bis 18 gemäß Hilfsantrag 2 sind zulässig.

Die Angaben im Vorrichtungsanspruch 1 nach Hilfsantrag 2 sind durch den ursprünglichen Anspruch 1 sowie die ursprünglichen Unteransprüche 2, 4 und 6 gedeckt. Der nebengeordnete Vorrichtungsanspruch 4 nach Hilfsantrag 2 geht auf den ursprünglichen Anspruch 1 und die ursprünglichen Unteransprüche 2, 7 und 9 zurück.

Der Verfahrensanspruch 11 wird durch den ursprünglich eingereichten Verfahrensanspruch 15 und die Angaben in den ursprünglichen Unteransprüchen 4, 17 und 18 gestützt. Der weitere nebengeordnete Verfahrensanspruch 12 nach Hilfsantrag 2 geht auf den ursprünglichen Anspruch 15 sowie die ursprünglichen Unteransprüche 17 und 19 zurück.

Die geltenden Unteransprüche 2 bis 10 und 13 bis 18 nach Hilfsantrag wurden in ihren Rückbezügen an die nunmehr geltenden nebengeordneten Ansprüche 1, 4, 11 und 12 angepasst. Dabei entsprechen die Unteransprüche 2 und 3 sowie 5 bis 10 - in der angegebenen Reihenfolge - inhaltlich den ursprünglichen Unteransprüchen 3 und 5, 8 sowie 10 bis 14, während die weiteren Unteransprüche 13 bis 18 - ebenfalls in der angegebenen Reihenfolge - inhaltlich den ursprünglichen Unteransprüchen 16 und 20 bis 24 entsprechen.

6. Den Gegenständen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 4 sowie 11 und 12 des Hilfsantrags 2 liegt als technisches Problem die Aufgabe zugrunde, eine mik-

roelektronische Struktur, bei der Schädigungen der wasserstoffempfindlichen Schicht weitgehend ausgeschlossen sind, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum anzugeben, bei dem der Schutz des wasserstoffempfindlichen Dielektrikums verbessert ist, vgl. die in der mündlichen Verhandlung überreichten Beschreibungsunterlagen, Seite 3, zweiter Absatz und Seite 7, letzter Absatz.

Hinsichtlich der mikroelektronischen Struktur wird diese Aufgabe gemäß den in den nebengeordneten Ansprüchen 1 und 4 nach Hilfsantrag 2 übereinstimmend genannten Merkmalen zunächst dadurch gelöst, dass - wie bei der im Anspruch 1 nach Hauptantrag genannten mikroelektronischen Struktur - eine Wasserstoffbarrierenschicht vorgesehen ist, die das wasserstoffempfindliche Dielektrikum bedeckt, und dass das zwischen diesen beiden Schichten angeordnete Zwischenoxid mindestens fünfmal so dick ist wie das wasserstoffempfindliche Dielektrikum.

Über diese Maßnahmen hinausgehend lehrt der Anspruch 1 nach Hilfsantrag 2, die Wasserstoffbarrierenschicht aus elektrisch isolierendem Material auszubilden und die Seitenwände der im Zwischenoxid angeordneten, mit leitfähigem Material gefüllten Kontaktlöcher mit der Wasserstoffbarrierenschicht auszukleiden. Bei der Struktur nach Anspruch 1 wird somit das Eindringen von Wasserstoff nicht nur an der Oberseite der Anordnung, sondern auch an den Seiten der Kontaktlöcher verhindert. Dabei können keine Kurzschlüsse zwischen dem leitfähigen Material in den Kontaktlöchern und benachbarten Anschlüssen oder Elektroden auftreten, da das Material der Wasserstoffbarrierenschicht elektrisch isolierend ist.

Auch bei der im nebengeordneten Anspruch 4 angegebenen mikroelektronischen Struktur sind im Zwischenoxid mit leitfähigem Material gefüllte Kontaktlöcher angeordnet. Im Unterschied zur Ausbildung nach Anspruch 1 besteht die Wasserstoffbarrierenschicht aus elektrisch leitendem Material, so dass hier die Gefahr von Kurzschlüssen zwischen dem leitenden Material in den Kontaktlöchern und der elektrisch leitenden Wasserstoffbarrierenschicht auf dem Zwischenoxid be-

steht. Diese ist daher von einer isolierenden Schicht bedeckt, die die Seitenwände der Kontaktlöcher auskleidet.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die oben genannte Aufgabe durch die in den beiden nebengeordneten Verfahrensansprüchen 11 und 12 angegebenen Verfahrensvarianten gelöst:

Übereinstimmend sehen beide Varianten zunächst vor, dass auf das wasserstoffempfindliche Dielektrikum eine Zwischenoxidschicht aufgebracht wird, die mindestens fünfmal so dick wie die wasserstoffempfindliche dielektrische Schicht ist, und dass das Zwischenoxid mit einer Wasserstoffbarrierschicht bedeckt wird.

Dabei besteht die Wasserstoffbarrierschicht gemäß den weiteren Angaben im Anspruch 11 aus isolierendem Material. Nach dem Aufbringen dieser Wasserstoffbarrierschicht werden Kontaktlöcher in das Zwischenoxid geätzt und deren Seitenwände mit einer isolierenden Schicht bedeckt, die aus dem gleichen Material besteht wie die Wasserstoffbarrierschicht, so dass die das Zwischenoxid bedeckende Schicht und die die Seitenwände der Kontaktlöcher bedeckende Schicht zusammen die (elektrisch isolierende) Wasserstoffbarrierschicht bilden.

Alternativ hierzu wird gemäß den Angaben im Verfahrensanspruch 12 das Zwischenoxid mit einer elektrisch leitenden Wasserstoffbarrierschicht bedeckt. Nach dem Aufbringen dieser Wasserstoffbarrierschicht werden Kontaktlöcher in das Zwischenoxid geätzt und die Seitenwände der Kontaktlöcher mit einer isolierenden Schicht ausgekleidet, wobei die Wasserstoffbarrierschicht auf dem Zwischenoxid von der isolierenden Schicht bedeckt wird.

7. Die mikroelektronischen Strukturen nach den Vorrichtungsansprüchen 1 und 4 sowie die Verfahren zur Herstellung mikroelektronischer Strukturen nach den Verfahrensansprüchen 11 und 12 jeweils nach Hilfsantrag 2 sind patentfähig, denn die in diesen Ansprüchen genannten alternativen Ausbildungen sind aus dem

nachgewiesenen Stand der Technik weder bekannt noch werden sie durch diesen nahegelegt:

Die im Zusammenhang mit dem Anspruch 1 nach Haupt- bzw. nach Hilfsantrag 1 bereits gewürdigte Druckschrift (10) offenbart eine mikroelektronische Struktur und ein Verfahren zu deren Herstellung, die bzw. das über die im Zusammenhang mit dem Hauptantrag bzw. dem Hilfsantrag 1 genannten Merkmale hinausgehend noch die Merkmale aufweist, dass im Zwischenoxid („*interlayer insulating layer 12*“, „*42*“, „*46*“) mit leitfähigem Material („*interconnections 14a, 14b, 14c*“, „*44a, 44b, 44c*“) gefüllte Kontaktlöcher („*contact holes 13a, 13b, 13c*“, „*43a, 43b, 43c*“) vorgesehen sind und dass das Zwischenoxid von einer Wasserstoffbarrierenschicht („*passivation layer 15*“ bzw. „*45*“, „*47*“, „*48*“, „*49, 50*“, „*55*“) aus elektrisch isolierendem Material, nämlich Siliziumnitrid, Siliziumoxynitrid oder Siliziumoxid bedeckt wird, vgl. hierzu die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 1 bis 4, 7, 10, 13 und 22 bis 26 und den Text in Sp. 5, Zeile 5 bis Sp. 6, Zeile 20, in Sp. 7, Zeilen 22 bis 63, in Sp. 8, Zeilen 22 bis 31, in Sp. 9, Zeilen 18 bis 53 und in Sp. 11, Zeilen 31 bis 60.

Jedoch kleidet bei diesen Ausführungsbeispielen die elektrisch isolierende Wasserstoffbarrierenschicht („*passivation layer 15*“ bzw. „*45*“, „*47*“, „*48*“, „*49, 50*“, „*55*“) nicht die Seitenwände der Kontaktlöcher aus. Die Wasserstoffbarrierenschicht wird hier nämlich erst nach dem Aufbringen der die Kontaktlöcher füllenden Metallisierungsschicht („*interconnections 14a, 14b, 14c*“, „*44a, 44b, 44c*“) als oberste und damit alle darunter liegenden Strukturen abdeckende und vor Wasserstoff schützende Schicht auf die gesamte Anordnung aufgebracht, so dass eine gesonderte Auskleidung der Kontaktlöcher zum Schutz vor Wasserstoff nicht notwendig ist. Sie ergibt sich bei dem Herstellungsverfahren nach Druckschrift (10) auch nicht, da die Kontaktlöcher zum Zeitpunkt des Aufbringens der Barrierenschicht bereits vollständig mit dem leitfähigen Material der Metallisierungsschicht gefüllt sind, so dass das Material der Barrierenschicht nicht mehr in die Kontaktlöcher gelangen und deren Seitenwände auskleiden kann.

Bei der in der Druckschrift (10) offenbarten alternativen Ausführungsform gemäß den Fig. 20 und 21 ist eine elektrisch leitfähige Wasserstoffbarrierschicht in den Kontaktlöchern („*contact hole 43a, 43b, 43c*“) vorgesehen. Diese wird jedoch zusammen mit dem in die Kontaktlöcher gefüllten leitfähigen Material der Verdrahtungsstruktur als Kontaktmaterial genutzt, so dass eine Isolierung zwischen dem Material der Barrierschicht in den Kontaktlöchern und dem leitfähigen Material der Verdrahtungsebene unerwünscht und somit nicht vorgesehen ist:

So ist bei der im Text in Sp. 10, Zeilen 45 bis 64 beschriebenen Ausbildung gemäß der Fig. 20 in den Kontaktlöchern unter der Metallisierung („*interconnections 44a, 44b, 44c*“) eine Doppelschicht aus einer ersten leitfähigen Schicht aus Titan und einer zweiten leitfähigen Schicht aus Titannitrid vorgesehen („*... first conductive layers 53a, 53b, 53c made of titanium layer and second conductive layers 54a, 54b, 54c made of titanium nitride layer are formed beneath interconnections 44a, 44b, 44c, ...*“), wobei die zweite, nämlich untere leitfähige Schicht („*54c*“) aus wasserstoffundurchlässigem Material gebildet ist und die gesamte Anordnung noch von einer Wasserstoffbarrierschicht überzogen sein kann, vgl. Sp. 10, Zeilen 59 ff: „*In such a constitution of Embodiment 5, when a layer not passing hydrogen is selected as the second conductive layer 54c, if a silicon nitride layer or a silicon oxynitride layer is formed as passivation layer 55 by plasma CVD, reduction of the capacitor dielectric layer 39 by hydrogen atoms, radicals, or ions in the plasma can be prevented.*“

Bei der Ausführung gemäß Fig. 21 wird die leitfähige Wasserstoffbarrierschicht in den Kontaktlöchern direkt unter der Metallisierung vorgesehen, vgl. den Text in Sp. 11, Zeilen 11 bis 28: „*What differs between this embodiment and Embodiment 5 is that the top of the capacitor 41 is covered with a first conductive layer 56a and an interconnection 44c through an interlayer insulating layer 46, In such constitution, invasion of water from the top of the capacitor 41 is blocked by the first conductive layer 56a composed of titanium-tungsten layer or the like, ...*“

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die Druckschrift (10) somit weder eine mikroelektronische Struktur, bei der eine elektrisch isolierende Wasserstoffbarrierschicht die Kontaktlöcher auskleidet, noch eine Struktur, bei der die Wasserstoffbarrierschicht von einer isolierenden Schicht bedeckt ist, die die Seitenwände der Kontaktlöcher auskleidet, zeigt oder nahe legt. Analog gilt dies für entsprechende Verfahrensschritte.

Gleiches gilt auch für die Druckschriften (5) und (7), die ebenfalls mikroelektronische Strukturen mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum und Verfahren zu deren Herstellung offenbaren, die durch Wasserstoffbarrierschichten geschützt werden, die wahlweise aus elektrisch isolierendem oder elektrisch leitfähigem Material bestehen:

Bei den Ausbildungen gemäß den Fig. 1 bis 3 der Druckschrift (5) ist die das wasserstoffempfindliche ferroelektrische Dielektrikum („*oxidic ferroelectric dielectric 12*“) aufweisende Speicherkapazität („*capacitor 2*“) eines Halbleiterspeichers mit einer Wasserstoffbarrierschicht („*14, 20*“) („*a coating layer which is practically imperviable to hydrogen*“) aus isolierendem Material, nämlich Siliziumnitrid oder Siliziumoxynitrid bedeckt, die bei den Ausführungen nach Fig. 1 und 2 direkt auf der Kapazität angeordnet ist, vgl. hierzu den Text in Sp. 5, Zeile 27 bis Sp. 9, Zeile 2, während bei der Variante gemäß Fig. 3 eine Zwischenoxidschicht zwischen der Kapazität und der Barrierschicht angeordnet ist („*a layer of silicon oxide 25 ... is provided on the upper electrode 13*“), vgl. den Text in Sp. 9, Zeilen 3 bis 11.

Bei den Ausbildungen gemäß Fig. 4 und 5 wird eine metallisch leitende Schicht als Wasserstoffbarriere („*A layer of, for example, nickel or palladium may be used as the hydrogen-absorbing layer 30*“) verwendet, wobei diese entweder unmittelbar auf die obere Elektrode der Speicherkapazität oder auf eine auf die Kapazität aufgebrachte Isolatorschicht, bspw. ein Zwischenoxid („*an insulating auxiliary layer 50*“)

of silicon oxide ...“) aufgebracht ist, vgl. die Fig. 4 und 5 und den Text in Sp. 9, Zeilen 12 bis 44.

Bei keiner der Ausführungen sind die Seitenwände der Kontaktlöcher mit einer Wasserstoffbarrierschicht oder mit einer isolierenden Schicht ausgekleidet, denn die Kontaktlöcher sind bei allen Varianten lediglich jeweils mit einer Doppelschicht aus leitfähigen Materialien („*superimposed metal conductor tracks 17 and 18*“ bzw. „*conductor track of titanium 17 and aluminum 18*“) gefüllt, von denen das untere Material („17“) die Seitenwände der Kontaktlöcher auskleidet und zusammen mit dem anderen Material („18“) den Kontakt zu dem anzuschließenden Bereich bildet, wie jede der Figuren 1 bis 5 zeigt, vgl. dort bspw. die mit dem Bezugszeichen „16“ bezeichneten Kontaktlochbereiche, so dass auch diese Druckschrift keinen Hinweis auf die entsprechenden, in den geltenden Ansprüchen 1, 4, 11 und 12 genannten Maßnahmen geben kann.

Bei der mikroelektronischen Halbleiterspeicher-Struktur nach der Druckschrift (7) besteht die über dem Speicherkondensator („*storage capacitor C*“) mit dem wasserstoffempfindlichen ferroelektrischen Dielektrikum („*dielectric film 9 of PZT (Pb(Ti_xZr_y)O₃) as a ferroelectric*“) ganzflächig oder lokal über der Kondensatoranordnung angeordnete Wasserstoffbarrierschicht („*humidity resisting hydrogen barrier 14*“) entweder aus leitfähigem Titanitrid (TiN) oder aus isolierendem Titanoxynitrid (TiON) mit hohem Sauerstoff-Anteil.

In beiden Fällen ist über der Kondensator-Anordnung aus dem zwischen zwei Elektroden angeordneten ferroelektrischen Dielektrikum eine Isolatorschicht aus Siliziumnitrid („*second interlayer insulating film (lower interlayer insulating film) 11 of SiN*“) angeordnet, in die wiederum Kontaktlöcher eingebracht sind, die mit dem leitfähigen Material einer metallischen Verdrahtungsstruktur („*Al wirings 12a*“, „*12b*“) gefüllt sind, durch die die aktiven Bereiche der Speicherschaltung und die Elektroden der Kondensatoranordnung miteinander verbunden werden. Diese

Schicht entspricht somit in ihrer Funktion und Anordnung der in den nebengeordneten Patentansprüchen nach Hilfsantrag 2 genannten Zwischenoxidschicht.

Für den Fall, dass die die Speicher-Anordnung bedeckende Wasserstoffbarrierenschicht („14“) aus elektrisch isolierendem Material besteht, kann diese Schicht unmittelbar auf die Verdrahtungsebene aufgebracht werden. Es ist aber auch möglich, zwischen der Verdrahtungsebene und der Wasserstoffbarrierenschicht fakultativ eine weitere Isolationsschicht aus Siliziumnitrid („*third interlayer insulating film (upper interlayer insulating film 13' of SiN)*“) vorzusehen. Diese besteht aus gesputtertem Siliziumnitrid, das nur eine geringe Dichte aufweist und daher kein ausreichendes Sperrvermögen gegenüber Wasserstoff aufweist, so dass diese Schicht keine Wasserstoffbarriere bildet.

Für den Fall, dass die Wasserstoffbarrierenschicht aus leitfähigem Material besteht, wird diese weitere Siliziumnitridschicht allerdings als Isolatorschicht zwischen der Verdrahtungsebene mit der Verbindungsstruktur („*Al wiring 12a*“, „*12b*“) und der leitfähigen Wasserstoffbarrierenschicht benötigt und ist daher zwingend vorhanden, vgl. hierzu den Text in Sp. 4, Zeilen 14 bis 23: „*The third interlayer insulating film 13' lacks denseness and is therefore not suitable as a final passivation film, as stated later on, and has significance as an interlayer insulating film between a conductive humidity-resisting hydrogen barrier 14 and the Al wirings 12a and 12b*“ im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 3 und dem zugehörigen Text in Sp. 3, Zeile 45 bis Sp. 5, Zeile 29. Dabei zeigen die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 2 und 3, dass die Wasserstoffbarrierenschicht noch mit einer Abdeckschicht („*corrosion-resistant film 15 of a SiO₂ film*“) gegen Korrosion geschützt werden kann.

Wie sich aus dem in den genannten Zitatstellen erläuterten Prozessablauf ergibt, wird bei der Variante mit elektrisch isolierender Wasserstoffbarriere die Wasserstoffbarrierenschicht und bei der Variante mit elektrisch leitfähiger Wasserstoffbarrierenschicht die weitere Isolationsschicht, also die obere Siliziumnitrid-

schicht („13“) erst **nach** dem Auffüllen der Kontaktlöcher in der unteren Siliziumnitridschicht („11“) mit leitendem Material aufgebracht, die hier die Abdeck- und Isolatorfunktion des in den nebengeordneten Ansprüchen nach Hilfsantrag 2 genannten Zwischenoxids erfüllt. Damit sind die Kontaktlöcher zum Zeitpunkt des Aufbringens der weiteren Schichten auch bei diesem Stand der Technik bereits mit Material gefüllt, so dass weder die danach aufgebrauchte isolierende Wasserstoffbarrierschicht noch die danach aufgebrauchte Isolatorschicht die Seitenwände der Kontaktlöcher in der Siliziumnitridschicht („11“) auskleiden können, wie es die geltenden Vorrichtungsansprüche 1 bzw. 4 sowie die geltenden Verfahrensansprüche 11 bzw. 12 im Hinblick auf die dort in das Zwischenoxid eingebrachten Kontaktlöcher lehren.

Bei den in den Druckschriften (8) und (11) offenbarten Halbleiterspeicher-Strukturen sind die Kontaktlöcher jeweils mit einer leitfähigen Wasserstoffbarrierschicht ausgekleidet, jedoch ist in den Kontaktlöchern keine Isolierung an den Seitenrändern vorgesehen:

Bei der in der Druckschrift (8) offenbarten Halbleiterspeicher-Struktur wird die Kondensatoranordnung mit den Speicherkapazitäten mit einem wasserstoffempfindlichen dielektrischen Material („*capacitive film 5*“) mit einer Isolatorschicht („*insulation film 7*“) bedeckt, in die Kontaktlöcher („*contact hole 8*“) geätzt werden. Die Anordnung wird dann mit einer Wasserstoffbarrierschicht aus leitfähigem Titanitrid („*hydrogen barrier layer 10 of titanium nitride*“) belegt, die anschließend so strukturiert wird, dass die Titanitridschicht sowohl die Oberfläche der Isolatorschicht als auch die Seitenwände der Kontaktlöcher und die oberen Elektroden der Speicherkapazitäten abdeckt und in diesen Bereichen sowohl das Eindringen von Wasserstoff als auch das Bilden von Wasserstoff durch eine katalytische Reaktion an der oberen Elektrode der Speicherkapazität verhindert, vgl. hierzu in der Druckschrift (8) vor allem die Fig. 1 und 2A-C und den zugehörigen Text in den Abschnitten [0016] bis [0024] . Dabei bildet das Titanitrid der Barrierschicht zusammen mit dem Material der nachfolgend aufgebrauchten Verdrahtungsebene in den Kontaktlöchern den Kontakt zu den anzuschließenden Gebieten, vgl. den

Text im Abschnitt [0022]: „*Finally, an interconnection layer 13 is formed for electrically connecting the capacitive element and the transistor, by stacking, in the order from the bottom, titanium, titanium nitride, aluminum and titanium nitride.*“ Eine Isolierung der Seitenwände der Kontaktlöcher wäre hier somit störend.

Ähnlich ist es auch bei der Halbleiterspeicher-Anordnung nach der Druckschrift (11), denn auch hier werden die zu den oberen Elektroden („*electrode contact hole 16*“) der Speicherkapazitäten führenden Kontaktlöcher im Zwischenoxid („*SiO₂ insulation layer 17*“) so mit einer elektrisch leitenden Wasserstoffbarrierschicht („*partial wiring 18*“ bzw. „*metal layer for hydrogen inhibition*“) ausgekleidet, dass diese Schicht die Seitenwände der Kontaktlöcher und den am Boden des Kontaktlochs freiliegenden Bereich der oberen Elektrode der Kapazitäten bedeckt. Dabei können leitfähige Haftverbesserungsschichten aus Titan („*adhesion metal layer 33 which consists of Ti*“) auf den Seitenwänden der Kontaktlöcher die Haftung zu der Wasserstoffbarrierschicht verbessern und weitere leitfähige Schichten („*underlay metal layer 35 which consists of aluminum*“) auf der Außenseite der Barrierschicht den Kontakt zu der nachfolgend aufgebracht Verdrahtungsschicht („*wiring metal layer 36*“) verbessern, vgl. in (11) die Fig. 1 bis 12, das englischsprachige Abstract und den zugehörigen Text der Maschinenübersetzung, vor allem in den Abschnitten [0021], [0022], [0027] und [0031] bis [0060].

Bei den Halbleiterspeicher-Strukturen nach den weiteren Druckschriften (1) (bzw. dem hierzu als Übersetzung heranziehenden nachveröffentlichten Familienmitglied gemäß Druckschrift (9)) sowie (3), (4) und (6) wird die Wasserstoffbarrierschicht als oberste Schicht über der Verdrahtungsebene auf die Anordnung aufgebracht oder als die Speicherkapazität einkapselnder Schutz ausgebildet; in beiden Fällen besteht keine Notwendigkeit, die Kontaktlöcher seitlich mit einer Wasserstoffbarrierschicht auszukleiden oder mit einer Isolationsschicht zu versehen:

Bei den mikroelektronischen Strukturen gemäß den Druckschriften (1) bzw. (9) und (4) bedeckt die Wasserstoffbarrierschicht die Anordnung jeweils als oberste

Schicht, vgl. in (1) die Fig. 1 bis 4, Bezugszeichen „32“ bzw. in (9) die Fig. 1 bis 2H, Bezugszeichen „32“ und in (4) die Fig. 1 bis 6, Bezugszeichen „45“. In diesen Schriften sind weder Maßnahmen, mit denen das Eindringen von Wasserstoff durch die Seitenwände der Kontaktlöcher verhindert werden soll, noch Hinweise auf eine elektrische Isolierung der Seitenränder der Kontaktlöcher offenbart.

Auch bei der Halbleiterspeicherstruktur nach Druckschrift (6) ist die Anordnung mit einer Wasserstoffbarrierschicht als oberster Schicht abgedeckt, vgl. vor allem die Fig. 52 und den zugehörigen Text in Sp. 13, Zeile 21 bis Sp. 14, Zeile 11, vor allem in Sp. 13, Zeile 64 ff.: *„Still further, the passivation layer 50, while typically formed of silicon nitride or the like, can also be made from ferroelectric materials such as PZT or SBT. ...“*. Bei der Anordnung nach (6) werden die wasserstoffempfindlichen ferroelektrischen Schichten der Speicherkapazitäten nämlich durch eine Abdeckschicht geschützt, die selbst aus ferroelektrischem Material besteht und eindringenden Wasserstoff abfängt, d. h. als Getterschicht für Wasserstoff dient, vgl. in den Fig. 4 bis 9, 13 bis 17, 21 bis 24 und 28 bis 32 die jeweils mit dem Bezugszeichen „30“ bzw. „30'“ bezeichnete Abdeckschicht aus ferroelektrischem Material und beispielhaft den Text zur Fig. 4 in Sp. 6, Zeilen 6 ff.: *„In Fig. 4, a second „cap“ ferroelectric layer 30 ... is deposited over the first ferroelectric layer 20, thereby completely encapsulating the top electrodes 22. ... The first and second ferroelectric layers need not be the same ferroelectric material, since the second layer is used for its resistance to hydrogen diffusion or hydrogen „gettering“ properties and not specifically for its ferroelectric properties.“*

Das in die Kontaktlöcher „34“, „36“ eingebrachte leitfähige Titannitrid „38“ bildet in den Kontaktlöchern zwar gleichfalls eine Wasserstoffbarriere, dient hier allerdings auch als Kontaktierungsmaterial zum Anschließen der darunter liegenden Gebiete, so dass keinerlei Maßnahmen zur Isolation gegenüber den Seitenrändern der Kontaktlöcher vorgesehen sind, vgl. insbesondere die Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 8 und 9, 16 und 17, 23 und 24, 31 und 32, 40 und 41, sowie die an-

hand der Fig. 53 bis 89 erläuterten Ausführungsbeispiele von MOS-Feldeffekttransistoren mit einem ferroelektrischen Gate-Dielektrikum.

Die Druckschrift (3) offenbart mikroelektronische Strukturen mit einem wasserstoffempfindlichen Dielektrikum, bei denen die vor Wasserstoff zu schützenden Strukturen sowohl auf ihrer Ober- und Unterseite als auch seitlich mit dem elektrisch isolierenden Material einer Wasserstoffbarrierschicht bedeckt, also eingekapselt sind, vgl. in den Figuren 1 bis 4 die Bezugszeichen „132“, „332“ und „432“ und in den Fig. 5, 7 bis 9 und 11 die Bezugszeichen „532“, „720“, „750“, „770“, „912“. Da hier die Strukturen durch das u. a. auf ihren eigenen Seitenkanten aufgebraachte Barrierenmaterial vollständig vor dem Eindringen von Wasserstoff geschützt werden, sind keine Maßnahmen zum Auskleiden der Seitenwände der Kontaktlöcher mit Wasserstoffbarrierenmaterial notwendig bzw. vorgesehen, vgl. den Text auf Seite 6, Zeile 24 bis Seite 7, Zeile 26, in dem es auf Seite 7, Zeilen 6 ff. heißt: *„Thus, in one embodiment of the invention, an inventive hydrogen diffusion barrier layer may be used in direct contact with a memory capacitor to cover its sides, as well as its top electrode, thereby preventing undesired lateral diffusion of hydrogen or other elements into the ferroelectric or dielectric thin film of the capacitor. ... In this embodiment, the inventive hydrogen diffusion barrier is disposed on the top surface of the gate electrode and the sides of the ferroelectric layer, but is patterned to not cover the source and drain of the ferroelectric FET. It thereby inhibits undesired diffusion of hydrogen or other elements from above or from the sides into the ferroelectric layer. ...“* sowie die in den Fig. 1 bis 5 und 7 bis 11 gezeigten und im zugehörigen Text erläuterten Strukturen.

Die Druckschriften (2) und (12) beschäftigen sich mit dem Schutz einer wasserstoffempfindlichen Schicht vor Wasserstoff bei Ätzvorgängen zum Herstellen der Anordnungen. Anregungen zu den vorangehend diskutierten Maßnahmen des Auskleidens von Kontaktlöchern finden sich hier nicht:

Beim Stand der Technik gemäß Druckschrift (2) werden gegenüber Wasserstoffionen empfindliche sogenannte „floating gate“-Anordnungen mit einer Wasserstoffionen abfangenden Schicht über der Anordnung geschützt. Zwar wird weiterhin eine Barrierschicht aus Siliziumnitrid oder Siliziumoxynitrid aufgebracht, jedoch bildet diese lediglich eine Ätzstoppschicht, die die darunter liegenden Bereiche beim Ätzen der Kontaktlöcher schützen soll und die nach dem Erzeugen der Kontaktlöcher wieder entfernt wird. Die Seitenwände der Kontaktlöcher und deren Boden werden dann mit einem leitfähigen Haftvermittlungsmaterial bedeckt, bevor die Kontaktlöcher mit leitfähigem Material gefüllt werden, vgl. hierzu vor allem die Fig. 3G bis 3I, 4I bis 4L und 5G bis 5J und den zugehörigen Text.

Wie bereits bei der Diskussion des Anspruchs 1 nach Hauptantrag und nach Hilfsantrag 1 angegeben, beschäftigt sich die Druckschrift (12) mit dem Aufbau und der Herstellung einer Halbleiterspeicher-Struktur, wobei es bei dem Herstellungsprozess insbesondere darum geht, einen Ätzvorgang zur Herstellung der Speicherkondensator-Anordnung anzugeben, der neben einer hohen Ätzselektivität auch gewährleistet, dass das als Dielektrikum verwendete wasserstoffempfindliche ferroelektrische Material nicht durch beim Ätzvorgang verwendeten oder entstehenden Wasserstoff reduziert wird, vgl. die Beschreibungseinleitung in Sp. 1, Zeile 5 bis Sp. 2, Zeile 67 im Zusammenhang mit dem Text in Sp. 12, Zeile 22 bis Sp. 16, Zeile 7, wobei die mit dem Trockenätzen der ferroelektrischen Schicht verbundenen Probleme insbesondere im Text in Sp. 13, Zeilen 13 bis 65 erörtert werden. Dort wird angegeben, dass die genannten Probleme vermieden werden, indem ein Trockenätzvorgang mit einem Ätzgas mit hohem Sauerstoff-Partialdruck eingesetzt wird, wobei der Sauerstoff eine Reduktion des ferroelektrischen Materials verhindert.

Eine das Zwischenoxid oder die Kontaktlöcher im Zwischenoxid bedeckende Wasserstoffbarrierschicht ist in (12) jedoch nicht offenbart, so dass diese Druckschrift schon aus diesem Grund keinen Hinweis auf die in den nebengeordneten Ansprüchen 1, 4, 11 und 12 angegebenen Maßnahmen geben kann.

Die nebengeordneten Ansprüche 1 und 4 sowie 11 und 12 nach Hilfsantrag 2 sind somit gewährbar.

8. An die Ansprüche 1 und 4 sowie 11 und 12 können sich die Unteransprüche 2 und 3, 5 bis 10 und 13 bis 18 gemäß dem in der mündlichen Verhandlung überreichten Hilfsantrag 2 anschließen, die vorteilhafte Weiterbildungen der mikroelektronischen Strukturen nach Anspruch 1 bzw. 4 und der Verfahren zur Herstellung mikroelektronischer Strukturen nach Anspruch 11 bzw. 12 angeben.

Auch die übrigen Unterlagen genügen den für eine Patenterteilung zu erfüllenden Bedingungen.

Bei dieser Sachlage war der angefochtene Beschluss aufzuheben und das Patent im Umfang des Hilfsantrags 2 zu erteilen.

9. Die Rückzahlung der Beschwerdegebühr (§ 80 Abs 3 PatG) ist anzuordnen, da dies der Billigkeit entspricht.

Die von der Anmelderin beantragte Anhörung wäre sachdienlich gewesen (§ 46 Abs. 1 Satz 2 PatG).

Die Anmelderin hat in ihren Eingaben den von der Prüfungsstelle in ihren Prüfungsbescheiden geäußerten Bedenken gegen die Patentfähigkeit unter Angabe von Gründen im Einzelnen widersprochen. Dabei hat sie sich jeweils eingehend mit den von der Prüfungsstelle vorgetragenen Argumenten auseinander gesetzt und, gestützt auf technischen Sachverstand, ihre Beurteilung des entgegengehaltenen Standes der Technik dargelegt.

Bei einer derartigen Sachlage ist eine Anhörung in der Regel sachdienlich, denn sie gibt der Anmelderin und dem Prüfer die Möglichkeit, ihre kontroversen Auffassungen ausführlich und - anders als im schriftlichen Verfahren - in Rede und Ge-

genrede darzulegen und zu erörtern. Bei einem solchen direkten Austausch der kontroversen Auffassungen sind beide Seiten veranlasst, die die unterschiedlichen Beurteilungen begründenden Argumente im Einzelnen im Hinblick auf die Darlegungen der Gegenseite zu überprüfen und ggfs. - soweit sich die vorgetragenen Argumente als nicht stichhaltig erweisen - von der bisherigen Auffassung abzugehen.

Für die Sachdienlichkeit der Anhörung spricht darüber hinaus im vorliegenden Fall auch, dass diese Gelegenheit geboten hätte, den umfangreichen nachgewiesenen Stand der Technik ausführlich und ohne den im schriftlichen Verfahren umständlichen und zeitraubenden Austausch von Argumenten zu diskutieren. Zahl und Umfang der Prüfungsbescheide belegen, dass es zwischen der Prüfungsstelle und der Anmelderin erhebliche und im schriftlichen Verfahren nur mit erheblichem Aufwand zu diskutierende Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Bewertung der Patentfähigkeit gegenüber dem nachgewiesenen Stand der Technik gab. Eine Anhörung hätte sich hier somit auch aus Gründen der Verfahrensökonomie angeboten.

Der beantragten Anhörung kann im vorliegenden Fall die Sachdienlichkeit auch nicht deswegen abgesprochen werden, weil aufgrund der Verfahrenssituation zu erwarten gewesen sei, dass die Anmelderin ihre Auffassung auch in einer Anhörung beibehalten würde. Die auf einschlägige Fachkenntnisse gestützten, sachlichen und detailliert auf die Auffassung der Prüfungsstelle eingehenden Eingaben der Anmelderin, mit denen sie ihr Patentbegehren verteidigt, lassen keinen Anhaltspunkt dafür erkennen, dass die Anmelderin - bei Darlegung entsprechender Gründe seitens der Prüfungsstelle - starr und unbeirrbar bei ihrer Auffassung geblieben und grundsätzlich nicht bereit gewesen wäre, ihr Patentbegehren zu modifizieren. Dies zeigt auch der Verlauf des Beschwerdeverfahrens.

Da die Prüfungsstelle die Anmelderin in dem der Zurückweisung vorangegangenen Bescheid zur telefonischen Vereinbarung eines Termins für die Anhörung

aufgefordert und damit die Bereitschaft zur Durchführung einer Anhörung signalisiert hatte, konnte die Anmelderin im Übrigen auch davon ausgehen, dass sie für den Fall, dass die in ihrer nachfolgenden Eingabe dargelegten Argumente den Prüfer nicht zur Aufgabe seiner Bedenken bewegen würden, die Gelegenheit erhalten würde, in einer Anhörung den Dialog mit dem Prüfer fortzuführen, zumal sie den Antrag auf Anberaumung einer Anhörung in der entsprechenden Eingabe noch einmal wiederholt hatte.

Bei verständiger Würdigung kann damit nicht ausgeschlossen werden, dass bei Durchführung der Anhörung die Einlegung einer Beschwerde entbehrlich gewesen wäre.

Dr. Tauchert

Schramm

Dr. Thum-Rung

Brandt

Pr