

(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. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031858 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G03F 7/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003178
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. September 2003 (19.09.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 46 546.0 30. September 2002 (30.09.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOMKE, Wolf-Dieter [DE/DE]; Am Fürstenberg 34, 91325 Adelsdorf (DE). KIRCH, Oliver [DE/DE]; Märterleinsweg 16, 91058 Erlangen (DE). KRAGLER, Karl [DE/DE]; Falknersweg 20, 91058 Erlangen (DE). LOWACK, Klaus [DE/DE]; Ludwig-Thoma-Str. 4, 91054 Erlangen (DE).
- (74) Anwalt: MÜLLER, Wolfram H.; Patentanwälte, Maikowski & Ninnemann, Postfach 15 09 20, 10671 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- 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.

(54) Title: RESIST SYSTEM, USE OF A RESIST SYSTEM AND LITHOGRAPHY METHOD FOR THE PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR ELEMENTS

(54) Bezeichnung: RESISTSYSTEM, VERWENDUNG EINES RESISTSYSTEMS UND LITHOGRAPHIEVERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON HALBLEITERBAUELEMENTEN

(57) Abstract: The invention relates to a resist system for lithography methods for the production of semiconductor components at wavelengths of 0.1 -150 nm, characterised by at least one polymer or copolymer comprising at least one acid-labile group. The invention also relates to the use of a resist system and a lithography method, whereby it is possible to obtain high sensitivity, especially in the EUV range, and no limitation of the process window occurs by undesirable cross-linking in the resist system, even at high doses of exposure. .

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Resistsystem für Lithographieverfahren für die Herstellung von Halbleiterbauelementen bei Wellenlängen im Bereich von 0,1 bis 150 nm, gekennzeichnet durch mindestens ein Polymer oder Copolymer mit mindestens einer säurelabile Gruppen. Ferner betrifft die Erfindung eine Verwendung des Resistsystems sowie ein Lithographieverfahren. Damit ist es möglich, insbesondere im EUV-Bereich eine hohe Empfindlichkeit zur Verfügung zu stellen, wobei gleichzeitig aber auch bei hohen Belichtungsdosen keine Einschränkung des Prozessfensters durch unerwünschte Quervernetzung im Resistsystem eintritt.

WO 2004/031858 A2

Beschreibung

Resistsystem, Verwendung eines Resistsystems und
Lithographieverfahren zur Herstellung von
5 Halbleiterbauelementen

Die Erfindung betrifft ein Resistsystem nach dem Oberbegriff
des Anspruchs 1, eine Verwendung eines Resistsystems nach
Anspruch 13 und ein Lithographieverfahren nach dem
10 Oberbegriff des Anspruchs 14.

In der Mikroelektronik werden sogenannte chemisch verstärkte
Resists (chemical amplification resists, CAR) für
verschiedene optische Lithographie-Verfahren (Wellenlängen:
248nm, 193nm, 157 nm) in großem Umfang eingesetzt. Dies wird
15 z.B. in dem Artikel von Hiroshi Ito "Deep-UV resists:
Evolution and status", Solid-State Technology, July 1996, S.
164 ff. beschrieben. Chemisch verstärkte Resiste,
insbesondere auch mit Onium-Verbindungen als
Photosäuregeneratoren werden auch in Reichmanis et al.
20 "Chemically amplified resists: Chemistry and Processes",
Advanced Materials for Optics and Electronics, Vol. 4, 83-93,
1994 diskutiert.

Die Resists können nach dem Prinzip der säurekatalytischen
Spaltung arbeiten. Im Falle eines Positivresists wird dabei
25 aus einer unpolaren chemischen Gruppe, beispielsweise eine
Carbonsäure-tert-butylestergruppe, in Gegenwart einer
photolytisch erzeugten Säure (Photo Acid Generator: PAG;
Photosäuregenerator) eine polare Carbonsäuregruppe gebildet.

Zugegebene Basen können die Diffusionslänge der erzeugten
30 Photosäure beeinflussen, was Auswirkungen sowohl auf
Linienrauigkeit als auch Empfindlichkeit des Resistsystems
hat. In einem anschließenden Entwicklungsschritt wird der
belichtete Resistfilm mit wässrig-alkalischen
Entwicklerlösungen behandelt, wobei die carbonsäurereichen,

polaren Bereiche wegentwickelt werden und die unbelichteten Resistbereiche stehen bleiben.

Für die Herstellung von DRAMs bis zum Jahr 2007 werden wahrscheinlich Resistmaterialien erforderlich sein, die
5 Strukturen bis zu einer Größe von 65 nm auflösen können. Für das Jahr 2016 wird sogar die Auflösung von 22 nm DRAM 1/2-Pitch nötig sein. Mit den derzeit verwendeten Belichtungswellenlängen von 248 bzw. 193 nm oder auch bei der zukünftig verwendeten Wellenlänge von 157 nm lassen sich
10 diese Strukturen nicht mehr erzeugen. Für künftige Lithographie Generationen wird daher die optische Lithographie in den extrem kurzwelligen Bereich von etwa 13 nm (EUV) oder sogar in den Röntgenbereich vorstoßen.

Mit abnehmender Strukturgröße steigen die Anforderungen an
15 das eingesetzte Resistmaterial sowohl was Empfindlichkeit als auch Linienrauigkeit betrifft.

Weiterhin ist ab der Wellenlänge von 157 nm der Effekt zu befürchten, dass der im ersten Schritt positiv entwickelbare
20 Photoresist durch eine zu hohe Bestrahlungsdosis wieder unlöslich wird, was eine starke Einschränkung des Prozessfensters zur Folge hat.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein
25 Resistsystem und ein Lithographieverfahren zu schaffen, mit denen insbesondere im EUV-Bereich eine hohe Empfindlichkeit zur Verfügung gestellt wird, gleichzeitig aber auch bei hohen Belichtungsdosen keine Einschränkung des Prozessfensters durch unerwünschte Quervernetzung im Resistsystem eintritt.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Resistsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Durch mindestens ein Polymer oder Copolymer mit mindestens einer säurelabilen Gruppe kann überraschenderweise eine Strukturierung bei
35 Wellenlängen im Bereich von 0,1 bis 150 nm vorgenommen werden. Die säurelabilen Gruppen werden unter katalytischer

Einwirkung von Säure gespalten und setzen polare Gruppen frei, die dann eine Erhöhung der Löslichkeit des Polymers / Copolymers in Entwicklern, z.B. wässrigen alkalischen Entwicklern bewirken.

5

Vorteilhaft ist es, wenn mindestens eine säurelabile Gruppe eine Estergruppe oder eine Lactongruppe ist.

10 Durch den Einsatz eines Copolymers mit mindestens einem Maleinsäureanhydrid-Segment und mindestens einem Methacrylat-Segment kann ein Substrat selbst ohne chemische Verstärkungsmittel bei einem Lithographieverfahren mit Wellenlängen im Bereich von 0,1 bis 150 nm strukturiert werden. Das erfindungsgemäße Resistsystem weist ein großes
15 Prozessfenster auf, da auch bei hohen Belichtungs Dosen keine Quervernetzungen auftreten, die zu einer Unlöslichkeit des Resists führen. Auch wenn man grundsätzlich bestrebt ist, kleine Belichtungs Dosen zu verwenden, so ist das erfindungsgemäße Resistsystem durch das große Prozessfenster
20 unempfindlicher gegenüber Schwankungen in der Belichtung.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn als Methacrylat-Segment ein t-Butylmethacrylat und / oder ein 2-Ethoxyethylmethacrylat verwendet wird.

25

Die Empfindlichkeit des Resistsystems lässt sich verbessern, wenn ein jodhaltiger und / oder schwefelhaltiger Photosäuregenerator als chemisches Verstärkungsmittel verwendet wird.

30

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Resistsystems weist mindestens ein Photosäuregenerator ein Perfluoralkansulfonat Anion der Form $C_nF_{2n+1-x}H_xSO_3^-$ mit $n=1, \dots, 10$ auf.

35

Mit Vorteil weist mindestens ein Photosäuregenerator eine Iodonium-Verbindung auf. Besonders vorteilhaft ist es, wenn

mindestens ein Photosäuregenerator ein Di(tert.-
Butylphenyl)iodoniumtriflat, Di(tert.-
Butylphenyl)iodoniumhexaflrat, Di(tert.-
Butylphenyl)iodoniumnonaflrat, Diphenyliodoniumtriflat,
5 Diphenyliodoniumhexaflrat oder Diphenyliodoniumnonaflrat
aufweist.

Auch ist es vorteilhaft, wenn mindestens ein
Photosäuregenerator eine Sulfonium-Verbindung, insbesondere
10 ein Triphenylsulfoniumtriflat, Triphenylsulfoniumhexaflrat
oder Triphenylsulfoniumnonaflrat aufweist.

Vorteilhafterweise weist das erfindungsgemäße Resistsystem
einen Anteil an Silizium auf, was zu einer verbesserten
15 Ätztstabilität führt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn
das Silizium in Form einer Verbindung mit einer
polymerisierbaren Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung,
insbesondere einem Trimethylalylsilan in das Resistsystem
einführbar ist.

20

Die Aufgabe wird auch durch eine Verwendung des Resistsystems
und ein Verfahren gelöst, in dem ein Resistsystem gemäß
mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 verwendet wird.

25 Die Empfindlichkeit wird gesteigert, wenn im
erfindungsgemäßen Verfahren ein Resistsystem mit einem
chemischen Verstärkungsmittel, das mindestens einen jod- und
/ oder schwefelhaltigen Photosäuregenerator enthält,
verwendet wird.

30

Das große Prozessfenster zeigt sich daran, dass die
Belichtungsdosis beim erfindungsgemäßen Lithographieverfahren
zwischen 0,1 und 300 mJ / cm² betragen kann. Selbst eine
massive Überbelichtung (z.B. um einen Faktor 250) führt nicht
35 zu einer Vernetzung des Polymers im Resistsystem. Besonders
vorteilhaft ist es, wenn die Belichtungsdosis beim Belichten
zwischen 0,5 und 10 mJ / cm² beträgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei Wellenlänge von 0,1 bis 150 nm durchgeführt werden. Dies deckt den EUV-Bereich bis in den Röntgenbereich ab. Besonders vorteilhaft ist es, 5 eine Wellenlänge von 13,4 nm zu verwenden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert.

10 Erfindungsgemäß ist ein Polymer Bestandteil des Resistsystems, dessen Polarität gezielt änderbar ist. Im Folgenden wird die Herstellung eines Polymers beschrieben, dass dann allein oder zusammen mit Photosäuregeneratoren als erfindungsgemäßes Resistsystem verwendbar ist.

15

Das Polymer wird mittels radikalischer Polymerisation synthetisiert. Hierzu werden

20,27 g (206 mmol) Maleinsäureanhydrid,
20 26,46 g (186 mmol) t-Butylmethacrylat,
3,27 g (21 mmol) 2-Ethoxyethylmethacrylat,
0,64 g (4 mmol) α , α' -Azoisobutyronitril als Radikalstarter
und
0,32 g (2 mmol) Dodecylmercaptan als Kettenregulator in
25 41,0 g (52 ml) 2-Butanon gelöst und 3 Stunden unter Rückfluss zum Sieden (80°C) erhitzt. Daraufhin werden 4,0 g (5 ml) Methanol (zur partiellen Alkoholyse des Anhydrids) zugegeben und die Reaktionslösung für weitere 24 Stunden unter Rückfluss zum Sieden (80°C) erhitzt.

30

Man lässt die Reaktionslösung auf Raumtemperatur abkühlen und fügt unter starkem Rühren 35,0 g (27,5ml) 2-Propanol zu. Die erhaltene Lösung wird innerhalb von 30 Minuten unter sehr starkem mechanischen Rühren in eine Lösung aus 10,5 g
35 (13,1 ml) 2-Butanon, 337,0 g (429 ml) 2-Propanol und 329,0 g (329,0 ml) Wasser getropft.

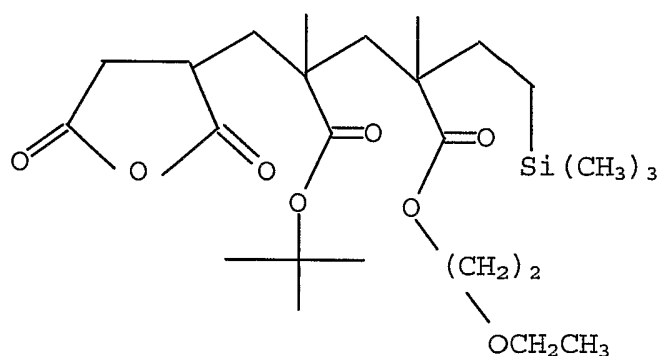
Hierbei fällt das Polymer als feines, weißes Pulver aus. Man lässt noch 30 Minuten Rühren und saugt dann unter leicht vermindertem Druck über einer G3 Fritte das Lösungsmittel ab.

- 5 Der weiße Niederschlag wird mit einer Lösung aus 16,0 g (20,0 ml) 2-Butanon, 111,0 g (141 ml) 2-Propanol und 100,0 g (100 ml) Wasser gewaschen und 72 Stunden bei 80°C im Hochvakuum getrocknet. Man erhält ca. 38 g (75 % d. Th.) feines, weißes Pulver als Reaktionsprodukt. Die Analytik kann mittels NMR, 10 GPC oder DSC erfolgen.

Als Beispiel für ein siliziumhaltiges Polymer des erfindungsgemäßen Resistsystems wird im folgenden ein Ausschnitt aus einer Struktur dargestellt:

15

20

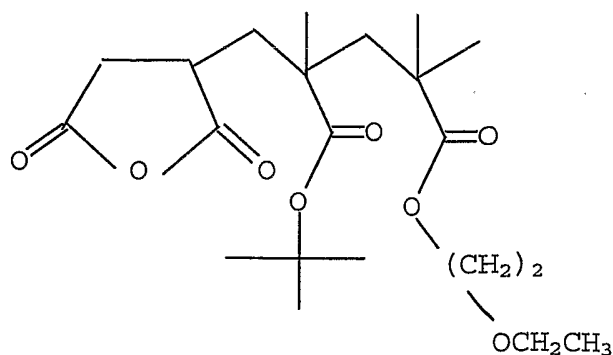


25

Alternativ kann ein siliziumfreies Polymer verwendet werden:

30

35



Beispiel 1 (Resistsystem mit Polymer ohne PAG)

5 g des oben beschriebenen Polymers werden in 209 g 1-Methoxy-2-propylacetat gelöst. Die Lösung wird anschließend
5 durch einen Teflonfilter mit 0,2 µm Poren druckfiltriert. Nach 24 h Ruhezeit ist eine erste Ausführungsform des Resistsystems gebrauchsfertig. Diese erste Ausführungsform weist keinen Photosäuregenerator auf.

Das Resistsystem wird auf eine Siliziumscheibe (Wafer) bei
10 1000-5000 U/min aufgeschleudert und 90 s bei 130°C gebacken (PAB). Die Schichtdicke des Resistsystems beträgt nach Aufschleudern bei 3000 U/min ca. 110 nm. Die Belichtung erfolgt mit EUV-Licht der Wellenlänge 13,4 nm. Die Belichtungsdosis D_0 beträgt 36,8 mJ/cm². Nach der Belichtung
15 erfolgt ein weiterer Backschritt, für 90 s bei 130°C (PEB). Die Entwicklung erfolgt in einer 2.38%igen Tetramethylammoniumhydroxidlösung, anschließend wird der Wafer mit destilliertem Wasser gespült und getrocknet.

20 Die Wirksamkeit dieses Resistsystems, selbst ohne Photosäuregeneratoren, wird anhand Fig. 1 deutlich.

Fig. 1 zeigt Punkte dreier Kontrastkurven, bei denen die Filmdicke in nm über der Belichtungsdosis in mJ/cm²
25 aufgetragen ist. Die rechte Kurve ("ohne PAG") zeigt die Messwerte des Beispiels 1. Selbst ohne Photosäuregenerator ist eine Belichtung bis zu Belichtungsdosen herunter zu 10 mJ/cm² möglich. Damit liegt die Empfindlichkeit in einem Bereich der in der Praxis gut verwendbar ist.

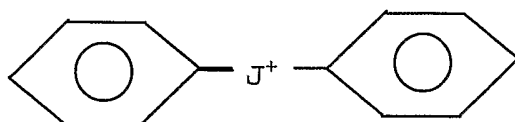
30

Beispiel 2 (Resistsystem mit Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexaflat als Photosäuregenerator)

Grundsätzlich weisen Iodonium-Verbindungen eine Struktur
35 (IR₂)X auf, wobei R ein organisches Radikal, insbesondere

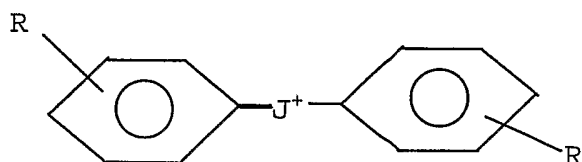
eine Aryl-Gruppe sein kann. X ist eine Hydroxygruppe oder ein einwertiger Säurerest. Mögliche Strukturen sind z.B.:

5



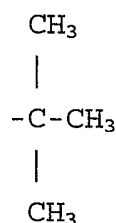
10 Wobei an einer solchen Struktur auch Substituenten R angeordnet sein können:

15



Als Substituenten R können insbesondere geradlinige oder verzweigte Alkylgruppen dienen, wie z.B. -CH₃, C₂H₅, iso-Propyl oder

20



25

Die Substituenten R können untereinander gleich oder identisch sein. Als Anion kann der Photosäuregenerator z.B. ein Perfluoralkansulfonat der Form C_nF_{2n+1-x}H_xSO₃⁻ mit
30 n=1, ..., 10 aufweisen.

Im ersten Ausführungsbeispiel werden zu dem Polymer gemäß Beispiels 1 50 mg Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexafla-
[(tBu-Ph)₂J⁺, CF₃CHF CF₂SO₃⁻] als Iodonium-Verbindung in 209
35 g 1-Methoxy-2-propylacetat gelöst.

Die Lösung wird anschließend durch einen Teflonfilter mit 0,2 µm Poren druckfiltriert. Nach 24h Ruhezeit ist eine erste Ausführungsform des Resistsystems gebrauchsfertig.

Das Resistsystem wird auf eine Siliziumscheibe (Wafer) bei 5 1000-5000 U/min aufgeschleudert und 90 s bei 130°C gebacken (PAB). Die Schichtdicke des Resistsystems beträgt nach Aufschleudern bei 3000 U/min ca. 110 nm. Die Belichtung erfolgt mit EUV-Licht der Wellenlänge 13,4 nm. Die Belichtungs-dosis D_0 beträgt 1,4 mJ/cm². Nach der Belichtung 10 erfolgt ein weiterer Backschritt, 90 s bei 130°C (PEB). Die Entwicklung erfolgt in einer 2.38%igen Tetramethylammoniumhydroxidlösung, anschließend wird der Wafer mit destilliertem Wasser gespült und getrocknet.

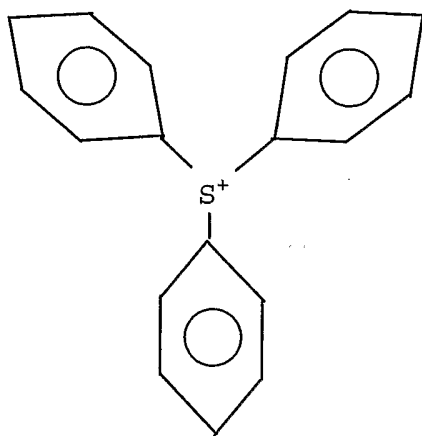
15 Damit wird eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Resistsystem hergestellt.

Beispiel 3 (Resistssystem mit Triphenylsulfoniumnonaflat als Photosäuregenerator)

20

Auch kann der Photosäuregenerator Sulfonium-Verbindungen aufweisen, die grundsätzlich die Form $[R_3S]^+X^-$ aufweisen. Eine mögliche Struktur ist z.B. ein Triphenylsulfonium (TPS):

25



Die aromatischen Bestandteile können ebenfalls die Substituenten R aufweisen, die im obigen Beispiel aufgeführt wurden.

- 5 Die Herstellung eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Resistsystems erfolgt analog zu Beispiel 2, allerdings wird anstelle von di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexaflrat als Photosäuregenerator Triphenylsulfoniumnonaflrat [Ph_3S^+ , $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_3\text{SO}_3^-$]
- 10 eingesetzt. Die Belichtungsdosis beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 2,4 mJ/cm².

Beispiel 4 (Resistssystem mit Triphenylsulfoniumnonaflrat und Base)

- 15 Die Herstellung einer vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Resistsystems erfolgt analog zu Beispiel 3, allerdings werden zusätzlich noch 3 mg Triphenylsulfoniumacetat als Base der Lösung zugesetzt. Die Belichtungsdosis beträgt 4,1 mJ/cm².
- 20 Das Kontrastverhalten dieser Ausführungsform ist die mittlere Kurve in Fig. 1 ("PAG + Base"). Die Empfindlichkeit wird auch durch die Zugabe geringer Basenmengen beibehalten, auch wenn die Empfindlichkeit geringer ist als bei linken Kurve in Fig. 1, d.h. bei der Verwendung eines erfindungsgemäßen Polymers
- 25 mit PAG ohne Base.

Beispiel 5 (Resistssystem mit Diphenyliodoniumtriflat)

- In einem fünften Ausführungsbeispiel wird analog zum Beispiel 2 ein Resistsystem hergestellt, wobei anstelle des Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexaflrat als Photosäuregenerator
- 30 Diphenyliodoniumtriflat [Ph_2J^+ , CF_3SO_3^-] verwendet wird. Die Belichtungsdosis beträgt 1,3 mJ/cm².

Beispiel 6 (Resistssystem mit Triphenylsulfoniumtriflat)

In einem sechsten Ausführungsbeispiel wird analog zum Beispiel 2 ein Resistsystem hergestellt, wobei anstelle des Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexaflats als Photosäuregenerator Triphenylsulfoniumtriflat $[\text{Ph}_3\text{S}^+, \text{CF}_3\text{SO}_3^-]$ verwendet wird. Die Belichtungsdosis beträgt $0,8 \text{ mJ/cm}^2$.

Die linke Kurve in Fig. 1 zeigt eine Kontrastkurve, die mit einem Resistsystem gemäß diesem Ausführungsbeispiel ermittelt wurden. Damit wird deutlich, dass der Photosäuregenerator die Empfindlichkeit deutlich verbessert, so dass auch bei kleinen Belichtungsdosen gute Ergebnisse erzielt werden.

Es kann aber auch eine wesentlich höhere Belichtungsdosis von 250 mJ/cm^2 verwendet werden. Das Resistsystem arbeitet auch bei diesen hohen Dosen, ohne dass es zu unerwünschten Quervernetzungen kommt.

Beispiel 7 (Resistssystem mit Triphenylsulfoniumhexaflats)

In einem siebten Ausführungsbeispiel wird analog zum Beispiel 2 ein Resistsystem hergestellt, wobei anstelle des Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexaflats als Photosäuregenerator Triphenylsulfoniumhexaflats $[\text{Ph}_3\text{S}^+, \text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{SO}_3^-]$ verwendet wird. Die Belichtungsdosis beträgt $1,6 \text{ mJ/cm}^2$.

Die aufgeführten Beispiele 2 bis 7 zeigen einige Kombinationen der Photosäuregeneratoren. Grundsätzlich sind mögliche Permutationen der Triphenylsulfonium-, Diphenyliodonium- und di(tert.-Butylphenyl)iodonium-Salze der Trifluorsulfonsäure (Triflate), der Hexafluorsulfonsäure (Hexaflats) oder der Nonafluorsulfonsäure (Nonaflats) geeignet.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele.

Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, die von dem erfindungsgemäßen Resistsystem und dem erfindungsgemäßen Lithographieverfahren auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

Patentansprüche

- 5 1. Resistsystem für Lithographieverfahren für die Herstellung
von Halbleiterbauelementen bei Wellenlängen im Bereich von
0,1 bis 150 nm,
gekennzeichnet durch
mindestens ein Polymer oder Copolymer mit mindestens einer
10 säurelabilen Gruppe.
2. Resistsystem nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass mindestens eine säurelabile Gruppe
eine Estergruppe oder eine Lactongruppe ist.
15
3. Resistsystem nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet
durch ein Copolymer mit mindestens einem
Maleinsäureanhydrid-Segment und mindestens einem Methacrylat-
Segment.
20
4. Resistsystem nach Anspruch 3, dadurch
gekennzeichnet, dass das Methacrylat-Segment ein t-
Butylmethacrylat und / oder ein 2-Ethoxyethylmethacrylat ist.
- 25 5. Resistsystem nach mindestens einem der vorhergehenden
Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens einen
jod- und / oder schwefelhaltigen Photosäuregenerator als
chemisches Verstärkungsmittel.
- 30 6. Resistsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens ein Photosäuregenerator ein Perfluoralkansulfonat
Anion der Form $C_nF_{2n+1-x}H_xSO_3^-$ mit $n=1, \dots, 10$ aufweist.
7. Resistsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch
35 gekennzeichnet, dass mindestens ein Photosäuregenerator
eine Iodonium-Verbindung aufweist.

8. Resistsystem nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Photosäuregenerator ein Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumtriflat, Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumhexaflat, Di(tert.-Butylphenyl)iodoniumnonaflat, Diphenyliodoniumtriflat, Diphenyliodoniumhexaflat oder Diphenyliodoniumnonaflat aufweist.
9. Resistsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Photosäuregenerator eine Sulfonium-Verbindung aufweist.
10. Resistsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Photosäuregenerator ein Triphenylsulfoniumtriflat, Triphenylsulfoniumhexaflat oder Triphenylsulfoniumnonaflat aufweist.
11. Resistsystem nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Anteil Silizium.
12. Resistsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Silizium in Form einer Verbindung mit einer polymerisierbaren Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung, insbesondere einem Trimethylallylsilan in das Resistsystem einführbar ist.
13. Verwendung eines Resistsystems nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 in einem Lithographieverfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen in einem Wellenlängenbereich von 0,1 bis 150 nm, insbesondere bei 13,4 nm.
14. Lithographieverfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen, mit einem Resistsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

gekennzeichnet durch

a) Aufbringen des Resistsystems auf ein Substrat,
insbesondere einen Wafer,

5 b) Belichten des Resistsystems auf dem Substrat,

c) Entwicklung des Resistsystems.

15. Lithographieverfahren nach Anspruch 14, dadurch
10 gekennzeichnet, dass das Polymer vor dem Aufbringen des
Resistsystems mit einem chemischen Verstärkungsmittel, das
mindestens einen jod- und / oder schwefelhaltigen
Photosäuregenerator gemischt wird.

15 16. Lithographieverfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsdosis
beim Belichten zwischen 0,1 und 300 mJ / cm² beträgt.

20 17. Lithographieverfahren nach mindestens einem der Ansprüche
14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsdosis
beim Belichten zwischen 0,5 und 10 mJ / cm² beträgt.

25 18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlänge bei
der Belichtung 0,1 bis 150 nm, insbesondere 13.4 nm beträgt.

FIG. 1

