



(10) **DE 10 2020 107 358 A1** 2021.05.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 107 358.5**

(22) Anmeldetag: **18.03.2020**

(43) Offenlegungstag: **06.05.2021**

(51) Int Cl.: **G03F 7/004** (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/928,226 **31.10.2019** **US**

16/810,002 **05.03.2020** **US**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209
Bremen, DE**

(71) Anmelder:

**Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.,
Hsinchu, TW**

(72) Erfinder:

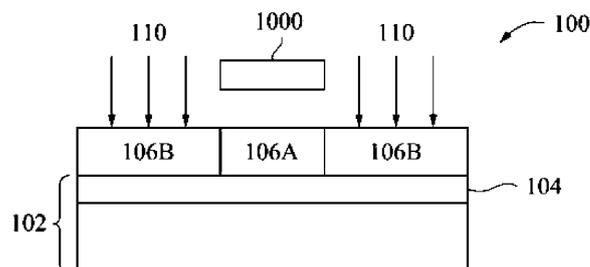
**Yang, Li-Po, Hsinchu, TW; Lai, Wei-Han, Hsinchu,
TW; Chang, Ching-Yu, Hsinchu, TW**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **NEGATIVTON-FOTORESIST FÜR EUV-LITHOGRAFIE**

(57) Zusammenfassung: Ein Negativton-Fotoresist und ein Verfahren zum Entwickeln des Negativton-Fotoresists werden offenbart. Beispielsweise enthält der Negativton-Fotoresist ein Lösungsmittel, einen Auflösungsinhibitor und ein Polymer. Das Polymer enthält eine Hydroxylgruppe. Das Polymer kann mehr als 40 Gewichtsprozent eines Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists ausmachen.



BeschreibungOUERVERWEIS AUF
VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/928,226, eingereicht am 30. Oktober 2019, die durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

HINTERGRUND

[0002] Die Industrie für integrierte Halbleiterschaltungen (IC) hat ein exponentielles Wachstum erfahren. Technologische Fortschritte bei IC-Material und -Design haben Generationen von ICs hervorgebracht, wobei jede Generation kleinere und komplexere Schaltkreise als die vorhergehende Generation aufweist. Im Laufe der Weiterentwicklung von ICs hat die Funktionsdichte (z. B. die Anzahl der miteinander verbundenen Bauteile pro Chipfläche) im Allgemeinen zugenommen, während die Geometriegröße (z. B. das kleinste Bauteil oder die kleinste Linie, die mit einem IC-Fertigungsprozess erzeugt werden kann) abgenommen hat. Dieser Verkleinerungsprozess bringt im Allgemeinen Vorteile, indem er die Produktionseffizienz erhöht und die damit verbundenen Kosten senkt. Allerdings hat eine derartige Verkleinerung auch die Komplexität der Verarbeitung und Herstellung von ICs erhöht.

[0003] Ein beispielhaftes Verfahren zur Herstellung der ICs ist die Lithografie. Lithografie ist ein Verfahren, das zum Übertragen von IC-Strukturen auf einen Halbleiterwafer verwendet wird. In einem beispielhaften Lithografieverfahren wird eine Resistfolie auf die Oberfläche eines Wafers aufgebracht und anschließend belichtet und entwickelt, um eine Resiststruktur auszubilden. Die Resiststruktur wird dann verwendet, um den Wafer zu ätzen und eine IC-Struktur auf dem Wafer auszubilden. Die Qualität der Resiststruktur kann sich direkt auf die Qualität der endgültigen IC auswirken.

Figurenliste

[0004] Aspekte der vorliegenden Offenbarung lassen sich am besten anhand der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen verstehen. Es ist zu beachten, dass gemäß der branchenüblichen Praxis verschiedene Merkmale nicht maßstabsgetreu dargestellt sind. Tatsächlich können die Abmessungen der verschiedenen Merkmale zugunsten einer klaren Erläuterung willkürlich vergrößert oder verkleinert sein.

Fig. 1A-1F sind Teilquerschnittsansichten eines Wafers in verschiedenen Herstellungsstadien gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 2 zeigt beispielhafte Polymere, die für einen Negativton-Fotoresist gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung verwendet werden;

Fig. 3 zeigt Beispiele von Fotosäuren, die aus beispielhaften Polymeren gebildet sind, gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 4 zeigt Beispiele von vernetzten Polymeren gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 5 zeigt Beispiele für Auflösungsinhibitoren mit einer Epoxygruppe gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 6 zeigt Beispiele für Auflösungsinhibitoren mit einer Hydroxygruppe gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 7 zeigt Beispiele für Auflösungsinhibitoren mit einer Melamingruppe gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 8 zeigt Beispiele von Auflösungsinhibitoren mit einer Alkengruppe gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Entwickeln eines Negativton-Fotoresists gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung; und

Fig. 10 zeigt ein beispielhaftes EUV-Lithografie-system gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0005] Die nachstehende Offenbarung stellt viele verschiedene Ausführungsformen bzw. Beispiele für das Implementieren unterschiedlicher Merkmale des vorgestellten Erfindungsgegenstandes bereit. Spezifische Beispiele von Komponenten und Anordnungen werden nachstehend beschrieben, um die vorliegende Offenbarung zu vereinfachen. Diese sind natürlich nur Beispiele und nicht als einschränkend zu verstehen. Beispielsweise kann die Ausbildung eines ersten Merkmals über oder auf einem zweiten Merkmal in der nachstehenden Beschreibung Ausführungsformen umfassen, bei denen das erste und das zweite Merkmal in direktem Kontakt ausgebildet sind, und kann auch Ausführungsformen umfassen, bei denen weitere Merkmale zwischen dem ersten und dem zweiten Merkmal derart ausgebildet sein können, dass das erste und das zweite Merkmal unter Umständen nicht in direktem Kontakt stehen. Darüber hinaus können sich in der vorliegenden Offen-

barung Bezugszeichen und/oder Buchstaben in den verschiedenen Beispielen wiederholen. Diese Wiederholung soll der Einfachheit und Übersichtlichkeit dienen und gibt an sich keine Beziehung zwischen den diversen erörterten Ausführungsformen und/oder Konfigurationen vor.

[0006] Ferner können raumbezogene Begriffe wie „unter“, „unterhalb“, „untere“, „oberhalb“, „obere“ und dergleichen hier verwendet werden, um die Beschreibung zu erleichtern und die Beziehung eines Elements oder Merkmals zu (einem) anderen Element(en) oder Merkmal(en) wie in den Figuren dargestellt zu beschreiben. Diese raumbezogenen Begriffe sollen verschiedene Ausrichtungen der Vorrichtung im Gebrauch oder Betrieb zusätzlich zu der in den Abbildungen gezeigten Ausrichtung mit einschließen. Die Vorrichtung kann anders ausgerichtet (um 90 Grad gedreht oder in anderen Ausrichtungen) sein, und die raumbezogenen Beschreibungen in dieser Patentschrift können entsprechend in gleicher Weise interpretiert werden.

[0007] Der fortschrittliche Lithografieprozess, die Verfahren und die Materialien, die in der vorliegenden Offenbarung beschrieben werden, können in vielen Bereichen Anwendung finden, etwa Finnen-Feld-effekttransistoren (FinFETs). Beispielsweise können die Finnen so strukturiert sein, dass ein relativ enger Abstand zwischen Merkmalen entsteht, wofür die obige Offenbarung gut geeignet ist. Darüber hinaus können Abstandhalter, die bei der Ausbildung von FinFET-Finnen verwendet werden, gemäß der obigen Offenbarung verarbeitet werden.

[0008] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf verschiedene Ausführungsformen eines Negativton-Fotoresists und auf Verfahren zum Entwickeln desselben. In einem Lithografieprozess kann es zwei verschiedene Arten von Prozessen zum Entwickeln belichteter Resistfolien geben: einen Positivton-Entwicklungsprozess (PTD-Prozess) und einen Negativton-Entwicklungsprozess (NTD-Prozess).

[0009] Während des PTD-Prozesses kann der Fotoresist auf einen Wafer aufgeschleudert werden. Eine Maske kann über den Fotoresist gelegt werden. Die Maske kann eine IC-Struktur aufweisen, die auf den Wafer gedruckt werden soll. Eine Strahlungsquelle (z. B. eine Quelle für ultraviolettes Licht (UV) oder extrem ultraviolettes Licht (EUV)) kann durch die Maske auf den Fotoresist aufgebracht werden. Abschnitte des Fotoresists, die nicht durch die Maske abgedeckt sind, können der Strahlungsquelle ausgesetzt werden.

[0010] In einer Ausführungsform kann der Fotoresist im PTD-Prozess ein Polymer (z.B. Polyhydroxystyrol (PHS)) in Mengen zwischen 20 Gewichtsprozent (Gew.-%) bis 40 Gew.-% enthalten. Das Poly-

mer kann eine säurelabile Gruppe (ALG) enthalten, die während der Belichtung durch die Strahlungsquelle aus dem Polymer austreten kann. Wenn die ALG-Gruppe aus dem Polymer austritt, können die Abschnitte des Fotoresists, die der Strahlungsquelle ausgesetzt sind, hydrophiler werden als die Abschnitte des Fotoresists, die nicht der Strahlungsquelle ausgesetzt sind. Dadurch können die belichteten Abschnitte des Fotoresists in einem Positivton-Entwickler, wie z.B. einer Lösung von Tetra-Methylammoniumhydroxid (TMAH), löslich sein und von der TMAH-Lösung leicht entfernt werden.

[0011] Es kann wünschenswert sein, die von der Strahlungsquelle zugeführte Energiemenge zu reduzieren, um den Prozess zum Entwickeln des Fotoresists effizienter zu gestalten. PHS ist eine schwache Säure, und wenn der Anteil des PHS im Fotoresist steigt, kann der Fotoresist empfindlicher auf die Strahlungsquelle reagieren. Für den PTD-Prozess kann die Zugabe von mehr PHS jedoch dazu führen, dass die Löslichkeit des Fotoresists erhöht wird und dieser sich leichter auflöst, wenn er der TMAH-Lösung ausgesetzt wird. Daher entwickelt die TMAH-Lösung möglicherweise zu viel des Fotoresists, was die Lithografieleistung verschlechtern kann (z. B. Linienbreitenrauheit, Gleichmäßigkeit der lokalen kritischen Dimension und Ähnliches).

[0012] Die vorliegende Offenbarung nimmt den Nachteil in Kauf, der durch die Erhöhung des Polymeranteils im Fotoresist im PTD-Prozess verursacht wird, um den NTD-Prozess zu verbessern. Beispielsweise kann es die erhöhte Empfindlichkeit aufgrund der Erhöhung des Polymeranteils im Fotoresist ermöglichen, geringere Energiemengen (z.B. 20 Millijoule (mJ) bis 30 mJ im Vergleich zu 40 mJ oder mehr, die derzeit verwendet werden) auf die belichteten Abschnitte des Fotoresists aufzubringen.

[0013] Fig. 1A-1F zeigen Teilquerschnittsansichten eines Wafers in verschiedenen Stadien eines NTD-Prozesses gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Es ist zu beachten, dass zusätzliche Operationen vor, während oder nach jedem in Fig. 1A-1F dargestellten Stadium der Operation durchgeführt werden können.

[0014] Fig. 1A zeigt eine Querschnittsansicht eines Halbleiterbauteils 100. Das Halbleiterbauteil 100 kann ein Zwischenbauteil sein, das während der Verarbeitung eines ICs oder eines Teils davon hergestellt wird. Das Halbleiterbauteil kann statischen Direktzugriffsspeicher (SRAM) und/oder Logikschaltungen, passive Komponenten wie Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten und aktive Komponenten wie p-Feldeffekttransistoren (PFETs), n-FETs (NFETs), finnenartige FETs (FinFETs), andere Multi-Gate-FETs, komplementäre Metalloxid-Halbleitertransistoren (CMOS-Transistoren), bipolare Transis-

toren, Hochspannungstransistoren, Hochfrequenztransistoren, andere aktive Bauteile und Kombinationen davon umfassen.

[0015] In einer Ausführungsform kann das Halbleiterbauteil **100** ein Substrat **102** aufweisen. Das Substrat **102** kann eine oder mehrere Schichten eines Materials oder einer Zusammensetzung enthalten. In einer Ausführungsform kann das Substrat **102** ein Halbleitersubstrat (z. B. ein Wafer) sein. In einer Ausführungsform kann das Substrat **102** Silizium in einer kristallinen Struktur enthalten. In einer Ausführungsform kann das Substrat **102** andere elementare Halbleiter wie Germanium, einen Verbundhalbleiter wie Siliziumkarbid, Galliumarsenid, Indiumarsenid, Indiumphosphid oder einen Legierungshalbleiter wie Siliziumgermaniumkarbid, Galliumarsenphosphid, Galliumindiumphosphid und dergleichen enthalten. In einer Ausführung kann das Substrat **102** ein Silizium-auf-Isolator-Substrat (SOI-Substrat) umfassen, zur Leistungssteigerung verspannt und/oder belastet werden, epitaktische Bereiche aufweisen, Isolierbereiche aufweisen, dotierte Bereiche aufweisen, ein oder mehrere Halbleiterbauteile oder Teile davon aufweisen, leitende und/oder nicht leitende Schichten oder beliebige andere geeignete Merkmale aufweisen.

[0016] In einer Ausführungsform kann das Substrat **102** eine Strukturierungsschicht **104** aufweisen. In einer Ausführungsform kann die Strukturierungsschicht **104** eine Hartmaskenschicht sein, die Materialien wie Silizium, Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumoxynitrid, Siliziumkohlenstoffnitrid, Siliziumkarbid, Titanitrid und dergleichen enthält. Die Strukturierungsschicht **104** kann eine High-k-Dielektrikumschicht, eine Gate-Schicht, eine Hartmaskenschicht, eine Grenzflächenschicht, eine Deckschicht, eine Diffusions-/Sperrschicht, eine Dielektrikumsschicht, eine leitfähige Schicht und dergleichen umfassen.

[0017] In **Fig. 1B** kann ein Negativton-Fotoresist **106** der vorliegenden Offenbarung auf die Strukturierungsschicht **104** des Substrats **102** aufgeschleudert werden. Der Negativton-Fotoresist **106** kann durch Aufschleuderbeschichten des Negativton-Fotoresists **106** auf das Substrat **102** gebildet werden. In einer Ausführung kann der Negativton-Fotoresist **106** mit einem Weichbrennverfahren, einem Hartbrennverfahren oder einer Kombination davon weiterverarbeitet oder behandelt werden.

[0018] In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist **106** der vorliegenden Offenbarung große Mengen eines lichtempfindlichen Polymers enthalten. Das Polymer kann zum Beispiel ein Polymer mit einer ALG- oder einer Hydroxylgruppe sein. In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist **106** über 40 Gew.-% des Polymers enthalten, um die Empfindlichkeit des Negativton-Fotoresists

106 gegen Strahlung zu erhöhen. Zum Beispiel kann der Negativton-Fotoresist **106** ungefähr 40 Gew.-% bis 60 Gew.-% des Polymers enthalten.

[0019] Wie oben erörtert, können negative Nebenwirkungen auftreten, wenn zu viel des Polymers (z. B. mehr als 40 Gew.-%) im Positivton-Fotoresist für den PTD-Prozess enthalten ist. Beispielsweise kann der Positiv-Fotoresist überentwickelt werden (z.B. wird durch den Entwickler zu viel Positiv-Fotoresist entfernt) und Probleme bei der Lithografie verursachen. Daher kann die Menge des Polymers, die im Positivton-Fotoresist verwendet werden kann, begrenzt sein, was den Umfang der Energiereduzierung für den PTD-Prozess begrenzen kann.

[0020] Im Gegensatz dazu kann für den NTD-Prozess die Menge des Polymers im Negativton-Fotoresist **106** erhöht werden, damit die zu entwickelnden Abschnitte des Negativton-Fotoresists **106** leichter entfernt werden können. Infolgedessen kann eine geringere Menge an Strahlungsenergie oder UV-Licht zum Entwickeln des Negativton-Fotoresists **106** aufgebracht werden. Anstatt beispielsweise bis zu 40 Milli-Joule Energie zu verbrauchen, kann der Negativton-Fotoresist **106** der vorliegenden Offenbarung mit gerade einmal 20 Milli-Joule bis 30 Milli-Joule Strahlungsenergie entwickelt werden.

[0021] Darüber hinaus kann, wie oben erwähnt, das Polymer (z.B. PHS) im Negativton-Fotoresist **106** eine schwache Säure bilden, wenn es der Strahlungsenergie ausgesetzt wird. Je höher die Konzentration des Polymers, die im Negativton-Fotoresist **106** enthalten ist, desto größer ist die Menge an schwachen Säuren, die bei der Belichtung mit der Strahlungsenergie entstehen können.

[0022] Die schwachen Säuren können mit Auflösungsinhibitoren oder Vernetzungseinheiten im Negativton-Fotoresist **106** reagieren. Die Vernetzungsreaktionen können das Molekulargewicht des Negativton-Fotoresists **106** erhöhen und die belichteten Abschnitte des Negativton-Fotoresists **106** resistenter gegen das Entwickeln machen. So kann eine Erhöhung der Polymermenge im Negativton-Fotoresist **106** neben einer Verringerung der eingesetzten Energiemenge auch den Kontrast verbessern.

[0023] In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist ein Polymer, einen Auflösungsinhibitor, Polyethylenglykol (PEG) und einen Quencher, der in ein Lösungsmittel gemischt ist, enthalten. Das Polymer kann jede Art von Fotosäuregenerator (PAG) sein, der eine säurelabile Gruppe (ALG) enthält. Wenn das PAG einer Strahlung ausgesetzt wird, kann die ALG von der Hauptkette des PAG abgespalten werden, um schwache Säuren zu bilden. Dies kann die Löslichkeit des Polymers im Entwickler erhöhen.

[0024] In einer Ausführungsform kann das Polymer eine Hydroxylgruppe (OH) enthalten.

[0025] Fig. 2 zeigt Beispiele für die Polymere **202**, **204** und **206**, die für den Negativton-Fotoresist **106** verwendet werden können. Beispielsweise kann das Polymer **202** aus Polyhydroxystyrol (PHS), das Polymer **204** aus Polybenzoesäure (PBA) und das Polymer **206** aus Polyacrylsäure (PAA) bestehen. Es ist zu beachten, dass die Polymere **202**, **204** und **206** einige Beispiele sind, aber jeder Polymertyp, der ein PAG sein kann, ALGs erzeugen kann.

[0026] In einer Ausführungsform kann der Auflösungsinhibitor Vernetzungseinheiten enthalten, die es Hydroxyl-Radikalen, die durch Belichten der Polymere mit einer Strahlungsquelle gebildet werden, ermöglichen, mit den Vernetzungseinheiten zu vernetzen. Die Vernetzungsreaktionen können dazu beitragen, das Molekulargewicht der Abschnitte des Negativton-Fotoresists **106**, die der Strahlungsquelle ausgesetzt werden, zu erhöhen, so dass die belichteten Abschnitte gegenüber dem Entwickler widerstandsfähiger sind.

[0027] In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist **106** mehr als 5 Gew.-% des Auflösungsinhibitors enthalten. Beispielsweise kann der Negativton-Fotoresist **106** 5-10 Gew.-% des Auflösungsinhibitors enthalten. Die Zugabe relativ großer Mengen des Auflösungsinhibitors kann das Ausmaß der auftretenden Vernetzungsreaktionen verbessern. Die Vernetzungsreaktionen können die Beständigkeit der belichteten Abschnitte des Negativton-Fotoresists **106** gegenüber dem Entwickler verbessern.

[0028] Fig. 5-8 zeigen Beispiele für den verwendbaren Auflösungsinhibitor. Die Auflösungsinhibitoren können zwei oder mehr Vernetzungsstellen enthalten. Fig. 5 zeigt Auflösungsinhibitoren **502**, **504** und **506**, die eine Epoxygruppe enthalten. Der Auflösungsinhibitor **502** kann vier Vernetzungsstellen enthalten, der Auflösungsinhibitor **504** kann drei Vernetzungsstellen enthalten und der Auflösungsinhibitor **506** kann zwei Vernetzungsstellen enthalten. R1 in den Auflösungsinhibitoren **502**, **504** und **506** kann eine C2-C20-Alkylgruppe, Cycloalkylgruppe, Hydroxylalkylgruppe, Cycloalkylcarboxylgruppe, ein mit Kohlenstoff (C)2-C20 gesättigter oder ungesättigter Kohlenwasserstoffring oder eine heterozyklische C2-C20-Gruppe sein. Die R1-Kette kann drehbar sein, um eine hohe Effizienz der Vernetzungsreaktion in den belichteten Bereichen des Negativton-Fotoresists **206** zu erzielen.

[0029] Fig. 6 zeigt Auflösungsinhibitoren **602**, **604** und **606**, die eine Hydroxygruppe enthalten. Der Auflösungsinhibitor **602** kann vier Vernetzungsstellen enthalten, der Auflösungsinhibitor **604** kann drei Vernetzungsstellen enthalten und der Auflösungs-

inhibitor **606** kann zwei Vernetzungsstellen enthalten. R1 in den Auflösungsinhibitoren **602**, **604** und **606** kann eine C2-C20-Alkylgruppe, Cycloalkylgruppe, Hydroxylalkylgruppe, Cycloalkylcarboxylgruppe, ein mit C2-C20 gesättigter oder ungesättigter Kohlenwasserstoffring oder eine heterozyklische C2-C20-Gruppe sein. Die R1-Kette kann drehbar sein, um eine hohe Effizienz der Vernetzungsreaktion in den belichteten Bereichen des Negativton-Fotoresists **106** zu erreichen. Ra in den Auflösungsinhibitoren **602**, **604** und **606** kann eine Wasserstoff- (H) oder C1-C8-Alkylgruppe, Cycloalkylgruppe, Hydroxylalkylgruppe, Cycloalkylcarboxylgruppe, ein mit C1-C8 gesättigter oder ungesättigter Kohlenwasserstoffring oder eine heterozyklische C1-C8-Gruppe sein.

[0030] Fig. 7 zeigt Auflösungsinhibitoren **702**, **704** und **706**, die eine Melamingruppe enthalten. Der Auflösungsinhibitor **702** kann vier Vernetzungsstellen enthalten, der Auflösungsinhibitor **704** kann drei Vernetzungsstellen enthalten und der Auflösungsinhibitor **706** kann zwei Vernetzungsstellen enthalten. R1 in den Auflösungsinhibitoren **702**, **704** und **706** kann eine C2-C20-Alkylgruppe, Cycloalkylgruppe, Hydroxylalkylgruppe, Cycloalkylcarboxylgruppe, ein mit C2-C20 gesättigter oder ungesättigter Kohlenwasserstoffring oder eine heterozyklische C2-C20-Gruppe sein. Die R1-Kette kann drehbar sein, um eine hohe Effizienz der Vernetzungsreaktion in den belichteten Bereichen des Negativton-Fotoresists **106** zu erzielen. Ra in den Auflösungsinhibitoren **702**, **704** und **706** kann eine Wasserstoff- (H) oder C1-C8-Alkylgruppe, Cycloalkylgruppe, Hydroxylalkylgruppe, Cycloalkylcarboxylgruppe, ein mit C1-C8 gesättigter oder ungesättigter Kohlenwasserstoffring oder eine heterozyklische C1-C8-Gruppe sein.

[0031] Fig. 8 zeigt Auflösungsinhibitoren **802**, **804** und **806**, die eine Alkengruppe enthalten. Der Auflösungsinhibitor **802** kann vier Vernetzungsstellen enthalten, der Auflösungsinhibitor **804** kann drei Vernetzungsstellen enthalten und der Auflösungsinhibitor **806** kann zwei Vernetzungsstellen enthalten. R1 in den Auflösungsinhibitoren **802**, **804** und **806** kann eine C2-C20-Alkylgruppe, Cycloalkylgruppe, Hydroxylalkylgruppe, Cycloalkylcarboxylgruppe, ein mit Kohlenstoff (C)2-C20 gesättigter oder ungesättigter Kohlenwasserstoffring oder eine heterozyklische C2-C20-Gruppe sein. Die R1-Kette kann drehbar sein, um eine hohe Effizienz der Vernetzungsreaktion in den belichteten Bereichen des Negativton-Fotoresists **106** zu erzielen.

[0032] Das PEG kann dazu beitragen, die Haftung des Negativton-Fotoresists **106** an der Strukturierungsschicht **104** zu gewährleisten. Der Quencher kann ein basischer Quencher sein, der als stöchiometrischer Neutralisator des PAG wirkt, der durch die Polymere erzeugt wird.

[0033] Das Lösungsmittel kann es ermöglichen, die Komponenten des Negativton-Fotoresists **106** auf die Strukturierungsschicht **104** aufzutragen oder aufzuschleudern. Zum Beispiel kann das Lösungsmittel 2-Methoxy-1-Methylethylacetat (PGMEA), Butylacetat, Ethyllactat und dergleichen enthalten.

[0034] Es wird erneut Bezug genommen auf **Fig. 1B**; es können zusätzliche Verfahrensschritte durchgeführt werden, die nicht dargestellt sind. Beispielsweise kann vor dem Auftragen des Negativton-Fotoresists **106** auf die Strukturierungsschicht **104** eine Antireflexschicht (ARC-Schicht) über der Strukturierungsschicht **104** gebildet werden. Bei der ARC-Schicht kann es sich um eine stickstofffreie Antireflexbeschichtung (NFARC) handeln, die ein Material wie Siliziumoxid (SiO₂), Silizium-Sauerstoffkarbid (SOC), mittels plasmaunterstützter chemischer Gasphasenabscheidung aufgedampftes Siliziumoxid (PECVD-SiO₂), andere geeignete Materialien oder eine beliebige Kombination davon umfasst. Zusätzliche Schichten können auch zwischen der Strukturierungsschicht **104** und dem Negativton-Fotoresist **106** gebildet werden.

[0035] **Fig. 1C** zeigt, wie der Negativton-Fotoresist **106** in einem Lithografiesystem **1000** mit einem Strahlenbündel **110** (z.B. einer Ultraviolett (UV)-Lichtquelle, einer Extrem-UV (EUV)-Lichtquelle, einem Laser und dergleichen) belichtet wird. Das Strahlenbündel **110** kann jede Art von Lichtquelle oder Strahlungsquelle sein. Das Strahlenbündel **110** kann zum Beispiel eine I-Linie (365 Nanometer (nm)), eine Tief-UV-Strahlung wie KrF-Excimerlaser (248 nm) oder ArF-Excimerlaser (193 nm), eine EUV-Strahlung (z.B. 13,8 nm), ein E-Strahl, ein Röntgenstrahl, ein Ionenstrahl oder andere geeignete Strahlungen sein.

[0036] Die in **Fig. 1C** gezeigte Operation kann in Luft, in einer Flüssigkeit (Immersionolithografie) oder im Vakuum (z.B. für EUV-Lithografie und E-Strahl-Lithografie) durchgeführt werden. In einer Ausführungsform wird das Strahlenbündel **110** mit einer Maske mit IC-Strukturen strukturiert, wie z.B. einer transmissiven Maske oder einer reflektierenden Maske, die Auflösungsverbesserungstechniken wie Phasenverschiebung und/oder optische Nahbereichskorrektur (OPC) umfassen kann. In einer anderen Ausführungsform wird das Strahlenbündel **110** ohne Verwendung einer Maske direkt mit IC-Strukturen moduliert (maskenlose Lithografie). In der vorliegenden Ausführungsform ist das Strahlenbündel **110** eine EUV-Strahlung, und das Lithografiesystem **1000** ist ein EUV-Lithografiesystem. Eine Ausführungsform des EUV-Lithografiesystems **1000** ist in **Fig. 10** dargestellt.

[0037] Es wird nun Bezug genommen auf **Fig. 10**; das EUV-Lithografiesystem **1000** umfasst eine Strah-

lungsquelle **1002**, die das Strahlenbündel **110** erzeugt, eine Kondensoroptik **1006**, einen Maskentisch **1010** zum Fixieren einer Maske **1008** darauf, eine Projektionsoptik **1012** und einen Substrattisch **1014** zum Fixieren des Bauteils **100**, das das Substrat **102** und den Negativton-Fotoresist **106** aufweist. Andere Ausgestaltungen und das Einfügen oder Weglassen von Elementen können möglich sein. In der vorliegenden Offenbarung kann das EUV-Lithografiesystem **1000** ein Stepper oder ein Scanner sein.

[0038] Die Strahlungsquelle **1002** liefert das Strahlenbündel **110** mit einer Wellenlänge im EUV-Bereich, z.B. etwa 1-100 nm. In einer Ausführungsform hat das Strahlenbündel **110** eine Wellenlänge von etwa 13,5 nm. Wie oben erwähnt, kann aufgrund der Zusammensetzung des Negativton-Fotoresists **106** der vorliegenden Offenbarung der Negativton-Fotoresist **106** empfindlicher auf das Strahlenbündel **110** reagieren. Infolgedessen kann die von der Strahlungsquelle **1002** aufgebrauchte Energiemenge reduziert werden. Zum Beispiel kann die Strahlungsquelle **1002** etwa 20 Milli-Joule - 30 Milli-Joule Energie anstelle von 40 Milli-Joule oder mehr, die bislang verwendet wurden, aufbringen.

[0039] Die Kondensoroptik **1006** umfasst einen mehrschichtig beschichteten Kollektor und mehrere Streiflichtspiegel. Die Kondensoroptik **1006** ist dafür ausgelegt, das Strahlenbündel **110** zu bündeln und zu formen und einen Schlitz des Strahlenbündels **110** an die Maske **1008** bereitzustellen. Die Maske **1008**, die auch als Fotomaske oder Retikel bezeichnet wird, weist Strukturen von einem oder mehreren Ziel-IC-Bauteilen auf. Die Maske **1008** stellt dem Strahlenbündel **110** ein strukturiertes Aerial Image bereit. Die Maske **1008** ist in der vorliegenden Ausführungsform eine reflektierende Maske und kann Auflösungsverbesserungstechniken wie Phasenverschiebungstechniken und/oder optische Nahbereichskorrektur (OPC) einschließen. Der Maskentisch **1010** fixiert die Maske **1008** darauf, z.B. durch Vakuum, und sorgt für die genaue Position und Bewegung der Maske **1008** während der Ausrichtungs-, Fokussier-, Nivellier- und Belichtungsvorgänge im EUV-Lithografiesystem **1000**.

[0040] Die Projektionsoptik **1012** umfasst eine oder mehrere Linsen und mehrere Spiegel. Die Linse kann eine Vergrößerung von weniger als eins haben, wodurch das strukturierte Aerial Image der Maske **1008** auf das Bauteil **100** und insbesondere auf den Negativton-Fotoresist **106** reduziert wird. Das Bauteil **100** wird durch den Substrattisch **1014** fixiert, der für eine genaue Position und Bewegung des Bauteils **100** während der Ausrichtungs-, Fokussier-, Nivellier- und Belichtungsvorgänge im EUV-Lithografiesystem **1000** sorgt, so dass das strukturierte Aerial Image der Maske **1008** wiederholt auf den Negativton-Fotoresist **106** belichtet wird (obwohl auch andere Lithogra-

fieverfahren möglich sind). Die belichteten Abschnitte des Negativton-Fotoresists **106** werden in einem Entwickler unlöslich, während die unbelichteten Abschnitte durch den Entwickler entfernt werden.

[0041] Wie in **Fig. 1C** gezeigt, können Abschnitte **106B** des Negativton-Fotoresists **106** durch das Strahlenbündel **110** belichtet werden. Wie oben erwähnt, kann der Negativton-Fotoresist **106** aufgrund der großen Mengen an Polymer (z.B. mehr als 40 Gew.-%) im Negativton-Fotoresist **106** empfindlicher auf das Strahlenbündel **110** reagieren. Infolgedessen kann eine niedrigere Dosis oder eine geringere Menge Energie durch den Strahl **110** aufgebracht werden, um die schwache Säure aus den Polymeren zu erzeugen und Vernetzungsreaktionen im Negativton-Fotoresist **106** hervorzurufen.

[0042] Zum Beispiel kann die Belichtung durch das Strahlenbündel **110** ein Säure- und Hydroxyl-Radikal aus dem Polymer erzeugen, das im Negativton-Fotoresist **106** enthalten ist, wie in **Fig. 3** gezeigt. **Fig. 3** zeigt die beispielhaften Hydroxyl-Radikale **302**, **304** und **306**, die durch Belichtung der Polymere **202**, **204** und **206** mit dem Strahlenbündel **110** gebildet werden. Darüber hinaus zeigt **Fig. 3** die Bildung einer Säure **308**, **310** bzw. **312**. Die Säuren **308**, **310** und **312** können mit dem basischen Quencher neutralisiert werden, der im Negativton-Fotoresist **106** enthalten ist.

[0043] In einer Ausführungsform können dann die Hydroxyl-Radikale **302**, **304** und **306** mit den Auflösungsinhibitoren (z.B. den in **Fig. 5-8** dargestellten und oben beschriebenen Auflösungsinhibitoren) oder den in **Fig. 4** dargestellten Vernetzungseinheiten **408**, **410** und **412** reagieren. Beispielsweise kann das Hydroxyl-Radikal **302** mit dem Vernetzungsmittel **408** reagieren, um die vernetzte Verbindung **402** zu bilden. Das Hydroxyl-Radikal **304** kann mit dem Vernetzungsmittel **410** reagieren, um die vernetzte Verbindung **404** zu bilden. Das Hydroxyl-Radikal **306** kann mit dem Vernetzungsmittel **412** reagieren, um die vernetzte Verbindung **406** zu bilden.

[0044] **Fig. 1D** zeigt, wie der Negativton-Fotoresist **106** entwickelt werden kann. Ein Entwickler **112** kann sowohl auf die belichteten Abschnitte **106B** als auch auf die unbelichteten Abschnitte **106A** aufgebracht werden. In einer Ausführungsform kann der Entwickler TMAH sein. Aufgrund der Zusammensetzung des Negativton-Fotoresists **106** (z.B. eine Menge von mehr als 40 Gew.-% des Polymers) können jedoch weitere Arten von organischen Lösungsmitteln verwendet werden, um die unbelichteten Abschnitte **106A** des Negativton-Fotoresists **106** zu entwickeln. Weitere Arten von organischen Lösungsmitteln, die als Entwickler **112** verwendet werden können, können Butylacetat, eine Mischung aus 70 Prozent Gly-

kolmonomethylether und 30 Prozent Propylenglykolmonomethyletheracetat und dergleichen sein.

[0045] In einer Ausführungsform kann der Entwickler **112** in einem Entwicklerwerkzeug eingesetzt werden. Beispielsweise kann das Bauteil **100** auf das Entwicklerwerkzeug übertragen werden. Das Bauteil **100** kann auf einem Objektisch oder einer Spannvorrichtung des Entwicklerwerkzeugs fixiert werden. Das Bauteil **100** kann gehalten oder aufgezogen sein, während der Entwickler **112** auf den Negativton-Fotoresist **106** gesprüht wird. Der Entwickler **112** kann kontinuierlich oder mit anderen Mitteln, wie z.B. einem Pflützenentwicklungsprozess, versprüht werden. Nachdem der Negativton-Fotoresist **106** entwickelt wurde, können die verbleibenden Abschnitte **106B** mit entionisiertem (DI-) Wasser gespült werden, um Partikel oder Rückstände zu entfernen. Die verbleibenden Abschnitte **106B** können auch einem Brennprozess nach der Entwicklung (PDB-Prozess) unterzogen werden, um die verbleibenden Abschnitte **106B**, die die Resiststruktur bilden, zu härten und so deren strukturelle Stabilität zu erhöhen.

[0046] **Fig. 1E** zeigt eine resultierende Resiststruktur, die im Negativton-Fotoresist **106** ausgebildet ist. Beispielsweise können nach dem Aufbringen des Entwicklers **112** die belichteten Abschnitte **106B** auf der Strukturierungsschicht **104** erhalten bleiben. Aufgrund der erhöhten Anzahl von Vernetzungsreaktionen in den belichteten Abschnitten **106B** können die verbleibenden belichteten Abschnitte **106B** gegenüber dem Entwickler **112** resistent sein. Infolgedessen können die verbleibenden belichteten Abschnitte **106B** sehr glatte Kanten und Seitenwände (z.B. eine geringe Linienkantenrauheit und eine geringe Linienbreitenrauheit) haben und gut definiert sein (z.B. einen hohen Entwicklungskontrast aufweisen).

[0047] Die IC-Struktur aus den verbleibenden Abschnitten **106B** des Negativton-Fotoresists **106** kann auf die Strukturierungsschicht **104** des Substrats **102** übertragen werden. Zum Beispiel kann die IC-Struktur durch eine Ätzoperation übertragen werden, bei der die verbleibenden Abschnitte **106B** als Ätzmaske verwendet werden. Die Ätzoperation kann eine Trocken-(Plasma-) Ätzung, eine Nassätzung und/oder jedes andere Ätzverfahren umfassen.

[0048] Beispielsweise kann ein Trockenätzverfahren ein sauerstoffhaltiges Gas, ein fluorhaltiges Gas (z.B. CF_4 , SF_6 , CH_2F_2 , CHF_3 und/oder C_2F_6), ein chlorhaltiges Gas (z.B. Cl_2 , CHCl_3 , CCl_4 und/oder BCl_3), ein bromhaltiges Gas (z.B. HBr und/oder CHBR_3), ein jodhaltiges Gas, andere geeignete Gase und/oder Plasmen und/oder Kombinationen davon einsetzen. Beispielsweise kann ein Nassätzverfahren das Ätzen in verdünnter Flusssäure (DHF); Kaliumhydroxid-Lösung (KOH-Lösung); Ammoniak; Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH); einer Lösung, die Flusssäure

re (HF), Salpetersäure (HNO₃) und/oder Essigsäure (CH₃COOH) enthält; oder einem anderen geeigneten Nassätzmittel umfassen. Der verbleibende Abschnitt **106B** des Negativton-Fotoresists **106** kann während des Ätzens der Strukturierungsschicht **104** teilweise oder vollständig verzehrt werden. In einer Ausführungsform kann jeder verbleibende Abschnitt des verbleibenden Abschnitts **106B** entfernt werden, so dass eine strukturierte Schicht **104B** über dem Substrat **102** zurückbleibt, wie in **Fig. 1F** dargestellt.

[0049] In einer Ausführungsform kann das Bauteil **100** zur endgültigen Struktur oder zu einem IC-Bauteil auf dem Substrat **102** übergehen. In einer Ausführungsform ist das Substrat **102** ein Halbleitersubstrat, und das Substrat **102** kann einer zusätzlichen Verarbeitung unterzogen werden, um Finnen-Feldefekttransistor-Strukturen (FinFET-Strukturen) zu bilden. Zum Beispiel können im Halbleitersubstrat **102** mehrere aktive Finnen gebildet werden. Die aktiven Finnen haben eine einheitliche kritische Abmessung (CD), was auf die niedrige LER und LWR der Struktur, die von den verbleibenden Abschnitten **106B** des Negativton-Fotoresists **106** gebildet wird, zurückzuführen ist.

[0050] In einer anderen Ausführungsform kann das Substrat **102** zu Operationen übergehen, um mehrere Gate-Elektroden im Halbleitersubstrat **102** zu bilden. Die Gate-Elektroden haben eine einheitliche Gate-Länge, was auf die glatten Seitenwände der Struktur, die von den verbleibenden Abschnitten **106B** des Negativton-Fotoresists **106** gebildet wird, zurückzuführen ist. In einer anderen Ausführungsform soll eine Zielstruktur als Metalllinien in einer mehrschichtigen Interconnect-Struktur gebildet werden. Zum Beispiel können die Metalllinien in einer Zwischenschicht-Dielektrikumsschicht (ILD-Schicht) des Substrats **102** gebildet werden, die durch Operation **110** so geätzt wurde, dass sie mehrere Gräben aufweist.

[0051] Das Substrat **102** kann dann zu Operationen übergehen, um die Gräben mit einem leitenden Material, wie z.B. einem Metall, zu füllen; und das leitende Material unter Verwendung eines Verfahrens wie der chemisch-mechanischen Planarisierung (CMP) zu polieren, um die strukturierte ILD-Schicht freizulegen, wodurch die Metalllinien in der ILD-Schicht gebildet werden. Die obigen Beispiele sind nicht einschränkende Beispiele für Vorrichtungen/Strukturen, die unter Verwendung des Negativton-Fotoresists **106** der vorliegenden Offenbarung gemäß verschiedenen Aspekten der vorliegenden Offenbarung hergestellt und/oder verbessert werden können.

[0052] **Fig. 9** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens **900** zum Entwickeln eines Negativton-Fotoresists gemäß wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Das Verfahren **900** kann

mittels eines Lithografie-Werkzeugs oder eines Entwicklers unter der Kontrolle einer Steuerung oder eines Prozessors durchgeführt werden.

[0053] Auch wenn das Verfahren **900** nachstehend als eine Reihe von Handlungen oder Ereignissen dargestellt und beschrieben wird, ist einzusehen, dass die dargestellte Abfolge derartiger Schritte und Ereignisse nicht in einschränkendem Sinne zu verstehen ist. Einige Handlungen können beispielsweise in unterschiedlichen Reihenfolgen und/oder gleichzeitig mit anderen Handlungen oder Ereignissen neben denen eintreten, die in diesem Dokument veranschaulicht und/oder beschrieben werden. Darüber hinaus ist es möglich, dass nicht alle veranschaulichten Handlungen erforderlich sind, um eine(n) oder mehrere Aspekt(e) oder Ausführungsform(en) der in diesem Dokument enthaltenen Beschreibung zu implementieren. Weiterhin ist es möglich, dass eine oder mehrere der in diesem Dokument dargestellten Handlungen in einer oder mehreren gesonderten Handlungen und/oder Phasen ausgeführt werden.

[0054] Das Verfahren **900** beginnt bei Block **902**. Bei Block **904** wird mit dem Verfahren **900** der Negativton-Fotoresist auf ein Substrat abgeschieden. In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist auf eine Strukturierungsschicht des Substrats aufgeschleudert werden. Der Negativton-Fotoresist kann ein Lösungsmittel, einen Auflösungsinhibitor (z.B. Vernetzungseinheiten), ein Polymer, PEG und einen basischen Quencher umfassen. In einer Ausführungsform kann das Polymer ein Polymer sein, das eine Hydroxylgruppe enthält. Das Polymer kann mehr als 40 Gew.-% der Gesamtmenge des Negativton-Fotoresists ausmachen. In einer Ausführungsform kann das Polymer ungefähr 40 bis 60 Gew.-% ausmachen. In einer Ausführungsform kann das Polymer PHS, PBA, PAA und dergleichen sein.

[0055] In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist mehr als 5 Gew.-% des Auflösungsinhibitors enthalten. In einer Ausführungsform kann der Negativton-Fotoresist ungefähr 5-10 Gew.-% des Auflösungsinhibitors enthalten. Der Auflösungsinhibitor kann zwei oder mehr Vernetzungsstellen enthalten. Der Auflösungsinhibitor kann wenigstens eine drehbare Kette aus Kohlenstoffatomen enthalten, die es ermöglicht, eine hohe Effizienz der Vernetzungsreaktion in den belichteten Abschnitten des Negativton-Fotoresists zu erzielen. Der Auflösungsinhibitor kann eine Epoxygruppe, eine Hydroxylgruppe, eine Melamingruppe oder eine Alkengruppe enthalten, wie in **Fig. 5-8** dargestellt und weiter oben erörtert.

[0056] Wie oben erörtert, ermöglicht die große Menge an Polymeren im Negativton-Fotoresist eine höhere Empfindlichkeit des Negativton-Fotoresists gegenüber Strahlung. Infolgedessen kann die Strahlenquelle eine geringere Dosis und damit geringere Mengen

Energie abgeben. Die hohen Mengen an Negativton-Fotoresist können auch mehr Säure- und Hydroxyl-Radikale erzeugen. Die große Menge an Hydroxyl-Radikalen mit der größeren Menge an Auflösungsinhibitoren kann mehr Vernetzungsreaktionen hervorrufen. Die große Zahl an Vernetzungsreaktionen im Negativton-Fotoresist kann es ermöglichen, dass die belichteten Abschnitte des Negativton-Fotoresists widerstandsfähiger gegenüber dem Entwickler sind.

[0057] In Block **906** belichtet das Verfahren **900** einen Abschnitt des Negativton-Fotoresists mit einer Strahlungsquelle mit einer Leistung von etwa 20 Milli-Joule bis 30 Milli-Joule. Wie oben erwähnt, kann die große Menge an Polymer (z.B. mehr als 40 Gew.-%) im Negativton-Fotoresist ermöglichen, dass der Negativton-Fotoresist empfindlicher auf die Strahlung reagiert. Infolgedessen kann eine geringere Dosis oder eine geringere Menge Energie auf den Negativton-Fotoresist aufgebracht werden. Die Strahlungsquelle kann ein UV-Licht, ein EUV-Licht, ein Laser und dergleichen sein.

[0058] Bei Block **908** entwickelt das Verfahren **900** den Negativton-Fotoresist mit einem organischen Lösungsmittel, so dass der belichtete Abschnitt des Negativton-Fotoresists zurückbleibt und unbelichtete Abschnitte des Negativton-Fotoresists entfernt werden. In einer Ausführungsform können aufgrund der Zusammensetzung des Negativton-Fotoresists weitere Arten von organischen Lösungsmitteln verwendet werden, die vorher nicht für den NTD-Prozess verwendet wurden. Beispielsweise können die organischen Lösungsmittel Butylacetat, eine Mischung aus 70 Prozent Glykolmonomethylether und 30 Prozent Propylenglykolmonomethyletheracetat und dergleichen sein.

[0059] Nachdem der Negativton-Fotoresist entwickelt wurde, kann eine durch den Negativton-Fotoresist gebildete Struktur verwendet werden, um eine Struktur von ICs auf ein Substrat zu übertragen. Der strukturierte Negativton-Fotoresist kann dann entfernt werden, und das Substrat kann zur weiteren Verarbeitung übergehen, um das endgültige IC-Bauteil zu bilden. Bei Block **910** endet das Verfahren **900**.

[0060] Daher bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf einen Negativton-Fotoresist und ein Verfahren zum Entwickeln desselben. In einigen Ausführungsformen bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf einen Negativton-Fotoresist, der mit weniger Strahlungsenergie arbeitet. Beispielsweise umfasst der Negativton-Fotoresist ein Lösungsmittel, einen Auflösungsinhibitor und ein Polymer. Das Polymer kann eine Hydroxylgruppe umfassen. Das Polymer kann mehr als 40 Gew.-% des Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfassen.

[0061] In anderen Ausführungsformen bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf einen Negativton-Fotoresist, der mit weniger Strahlungsenergie arbeitet und die Beständigkeit des belichteten Negativton-Fotoresists gegenüber einem Entwickler verbessert. Der Negativton-Fotoresist umfasst ein Lösungsmittel, einen Auflösungsinhibitor und ein Polymer. Der Auflösungsinhibitor umfasst mehr als 5 Gewichtsprozent (Gew.-%) eines Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists. Das Polymer umfasst eine Hydroxylgruppe und umfasst mehr als 40 Gew.-% des Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists.

[0062] In noch anderen Ausführungsformen bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf ein Verfahren zum Entwickeln eines Negativton-Fotoresists der vorliegenden Offenbarung. Das Verfahren umfasst beispielsweise, den Negativton-Fotoresist auf ein Substrat abzuschneiden. Ein Abschnitt des Negativton-Fotoresists wird dann mit einer Strahlungsquelle belichtet. Die Strahlungsquelle kann mit einer Leistung von etwa 20 Milli-Joule bis 30 Milli-Joule angewandt werden. Nach der Belichtung wird der Negativton-Fotoresist mit einem organischen Lösungsmittel entwickelt. Der belichtete Abschnitt des Negativton-Fotoresists bleibt erhalten und die unbelichteten Abschnitte des Negativton-Fotoresists werden entfernt.

[0063] Das Vorstehende skizziert Merkmale mehrerer Ausführungsformen, so dass Fachleute auf diesem Gebiet der Technik die Aspekte der vorliegenden Offenbarung besser verstehen können. Fachleute auf diesem Gebiet der Technik sollten erkennen, dass sie die vorliegende Offenbarung ohne weiteres als Grundlage für die Ausgestaltung oder Modifikation anderer Prozesse und Strukturen zum Ausführen derselben Zwecke und/oder zum Erzielen derselben Vorteile der hier vorgestellten Ausführungsformen verwenden können. Fachleute auf diesem Gebiet der Technik sollten außerdem erkennen, dass derartige gleichwertige Konstruktionen nicht vom Wesen und Schutzbereich der vorliegenden Offenbarung abweichen und dass sie verschiedene Veränderungen, Ersetzungen und Modifikationen vornehmen können, ohne vom Wesen und Schutzbereich der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 62/928226 [0001]

Patentansprüche

1. Negativton-Fotoresist, umfassend:
ein Lösungsmittel;
einen Auflösungsinhibitor; und
ein Polymer, das eine Hydroxylgruppe umfasst, wobei das Polymer mehr als 40 Gewichtsprozent (Gew.-%) eines Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfasst.
2. Negativton-Fotoresist nach Anspruch 1, wobei das Polymer zwischen 40 Gew.-% und 60 Gew.-% des Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfasst.
3. Negativton-Fotoresist nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Polymer Polyhydroxystyrol umfasst.
4. Negativton-Fotoresist nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Polymer Polybenzoesäure umfasst.
5. Negativton-Fotoresist nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Polymer Polyacrylsäure umfasst.
6. Negativton-Fotoresist nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Auflösungsinhibitor eine Vernetzungseinheit mit wenigstens zwei Vernetzungsstellen umfasst.
7. Negativton-Fotoresist, umfassend:
ein Lösungsmittel;
einen Auflösungsinhibitor, wobei der Auflösungsinhibitor mehr als 5 Gewichtsprozent (Gew.-%) eines Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfasst; und
ein Polymer, das eine Hydroxylgruppe umfasst.
8. Negativton-Fotoresist nach Anspruch 7, wobei das Polymer mehr als 40 Gew.-% des Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfasst.
9. Negativton-Fotoresist nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Polymer wenigstens eines der folgenden umfasst: Polyhydroxystyrol, Polybenzoesäure oder Polyacrylsäure.
10. Negativton-Fotoresist nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 9, wobei der Auflösungsinhibitor eine Vernetzungseinheit mit wenigstens zwei Vernetzungsstellen umfasst.
11. Negativton-Fotoresist nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 10, wobei der Auflösungsinhibitor wenigstens eine Epoxygruppe mit wenigstens einer drehbaren Kette umfasst.
12. Negativton-Fotoresist nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 10, wobei der Auflösungsinhibitor wenigstens eine Hydroxygruppe mit wenigstens einer drehbaren Kette umfasst.
13. Negativton-Fotoresist nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 10, wobei der Auflösungsinhibitor wenigstens eine Melamingruppe mit wenigstens einer drehbaren Kette umfasst.
14. Negativton-Fotoresist nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 10, wobei der Auflösungsinhibitor wenigstens eine Alkengruppe mit wenigstens einer drehbaren Kette umfasst.
15. Verfahren zum Entwickeln eines Negativton-Fotoresists, umfassend:
Abscheiden des Negativton-Fotoresists auf ein Substrat;
Belichten eines Abschnitts des Negativton-Fotoresists mit einer Strahlungsquelle bei einer Leistung von etwa 20 Milli-Joule bis 30 Milli-Joule; und
Entwickeln des Negativton-Fotoresists mit einem organischen Lösungsmittel, so dass der belichtete Abschnitt des Negativton-Fotoresists zurückbleibt und unbelichtete Abschnitte des Negativton-Fotoresists entfernt werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das organische Lösungsmittel wenigstens eines der folgenden umfasst: Tetra-Methylammoniumhydroxid, Butylacetat oder eine Mischung aus 70 Prozent Glykolmonomethylether und 30 Prozent Propylenglykolmonomethyletheracetat.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei der Negativton-Fotoresist ein Polymer umfasst, das eine Hydroxylgruppe umfasst, wobei das Polymer mehr als 40 Gewichtsprozent (Gew.-%) des Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfasst.
18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei das Polymer wenigstens eines der folgenden umfasst: Polyhydroxystyrol, Polybenzoesäure oder Polyacrylsäure.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, wobei der Negativton-Fotoresist einen Auflösungsinhibitor umfasst, wobei der Auflösungsinhibitor mehr als 5 Gew.-% des Gesamtgewichts des Negativton-Fotoresists umfasst.
20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Auflösungsinhibitor wenigstens eine der folgenden umfasst: eine Epoxygruppe, eine Hydroxygruppe, eine Melamingruppe oder eine Alkengruppe.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

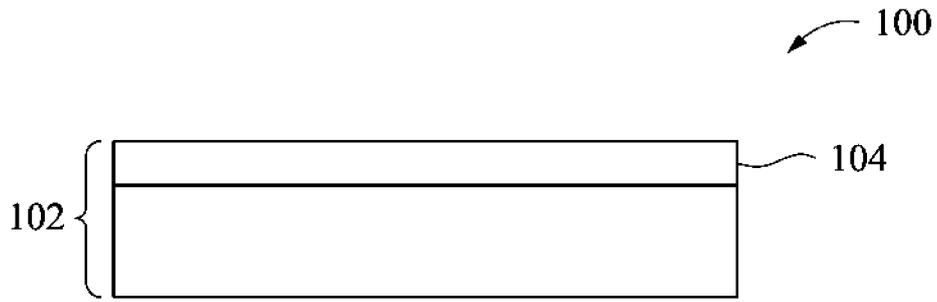


FIG. 1A

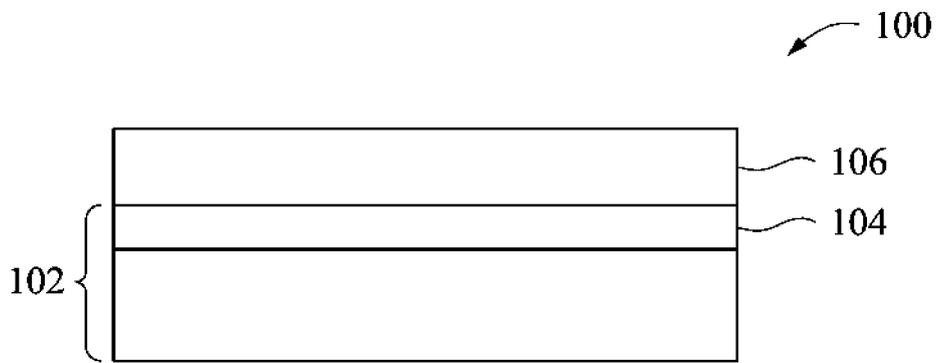


FIG. 1B

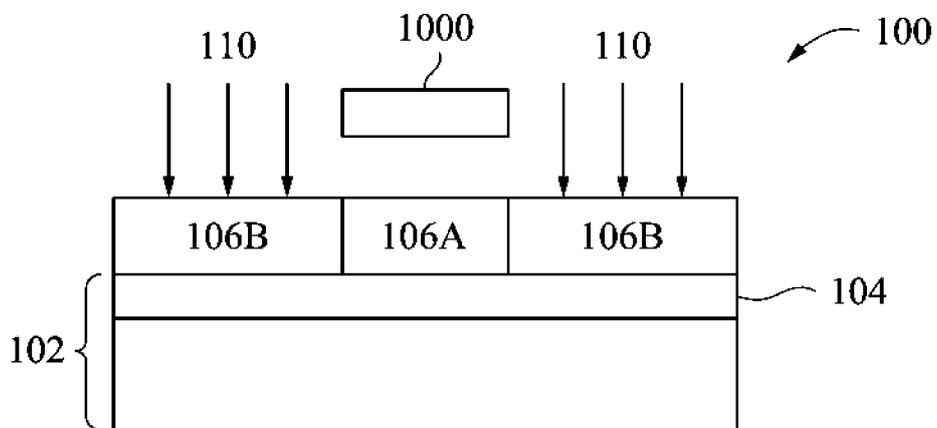


FIG. 1C

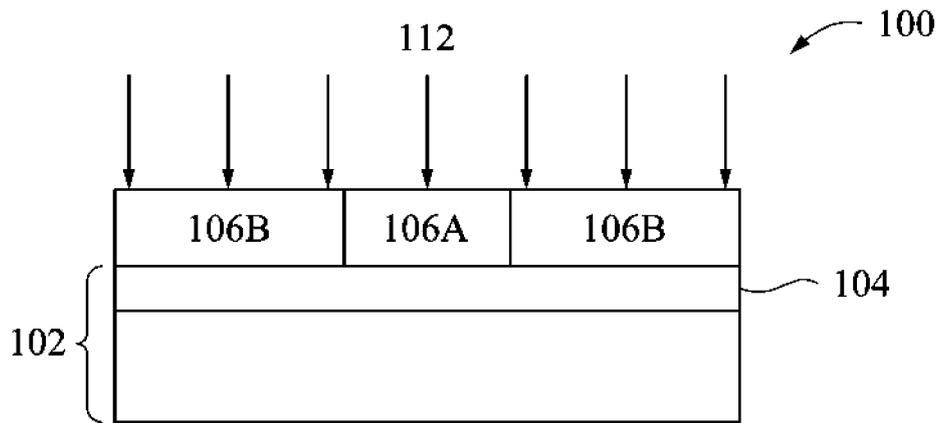


FIG. 1D

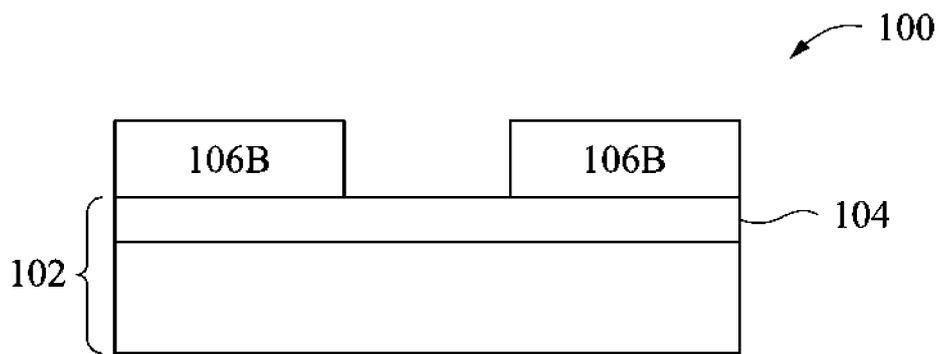


FIG. 1E

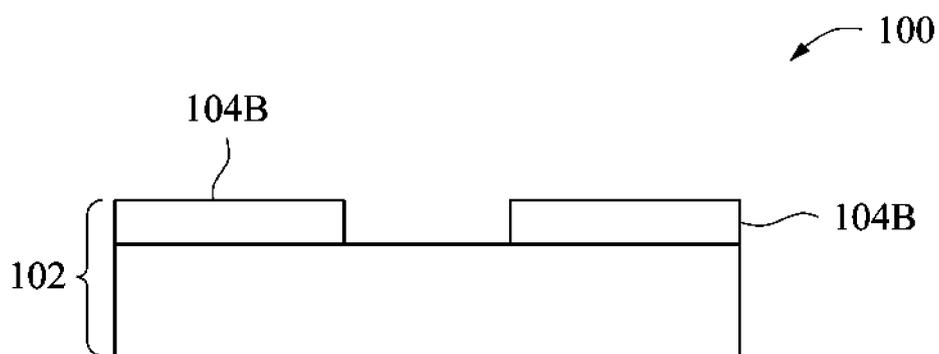


FIG. 1F

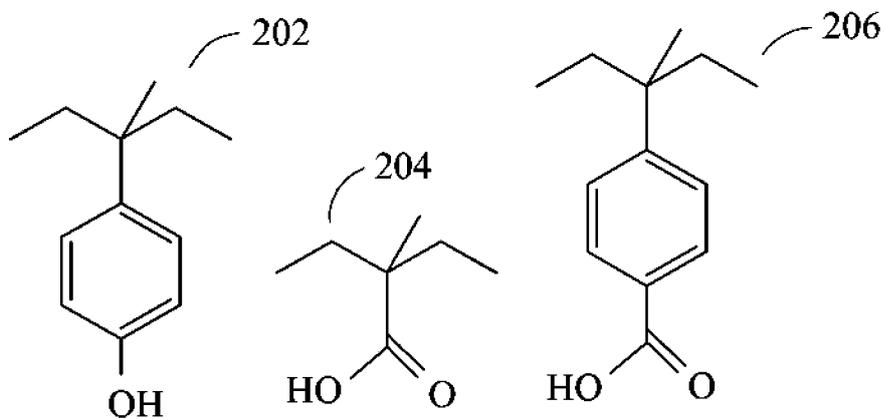


FIG. 2

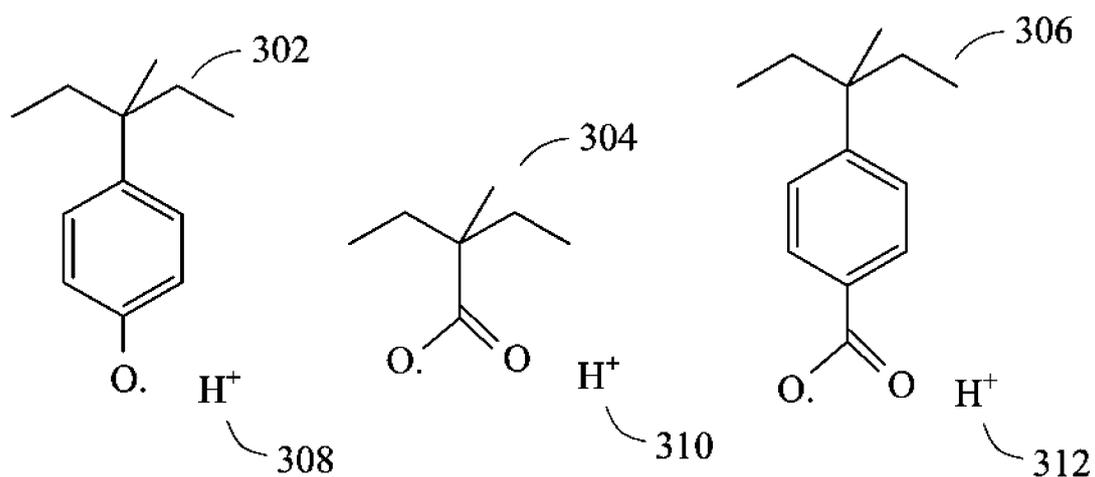


FIG. 3

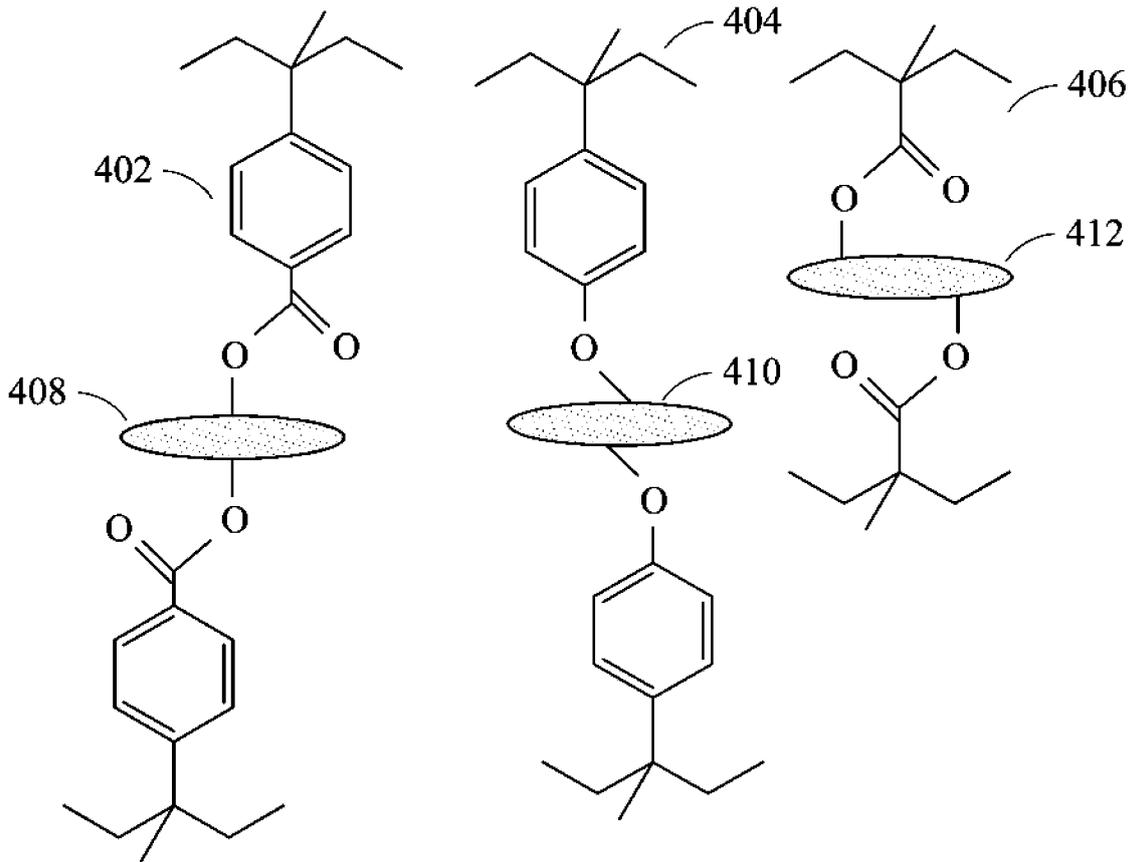


FIG. 4

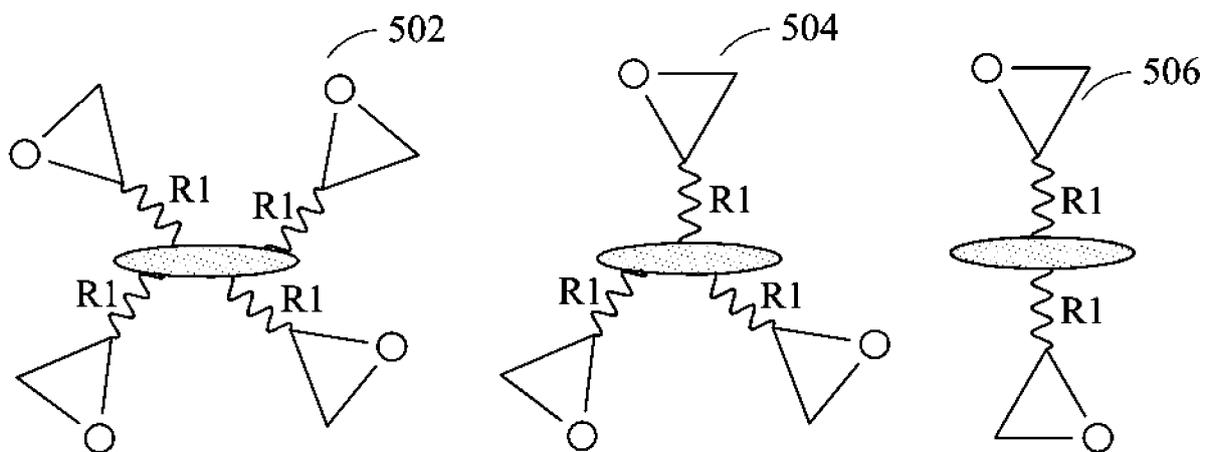


FIG. 5

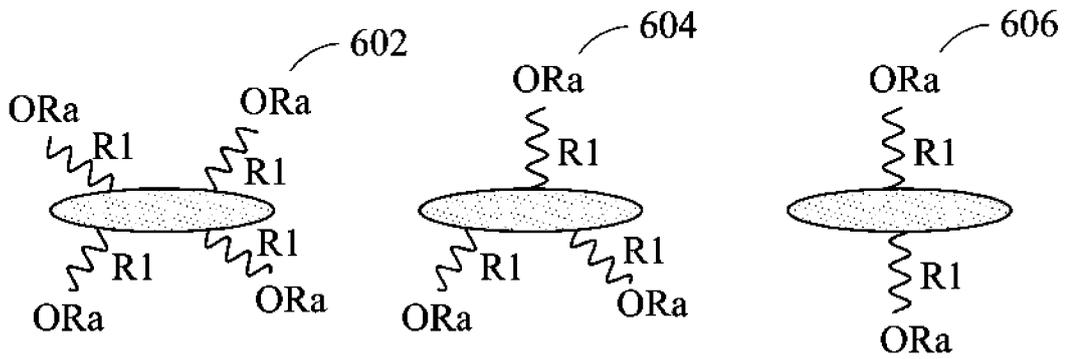


FIG. 6

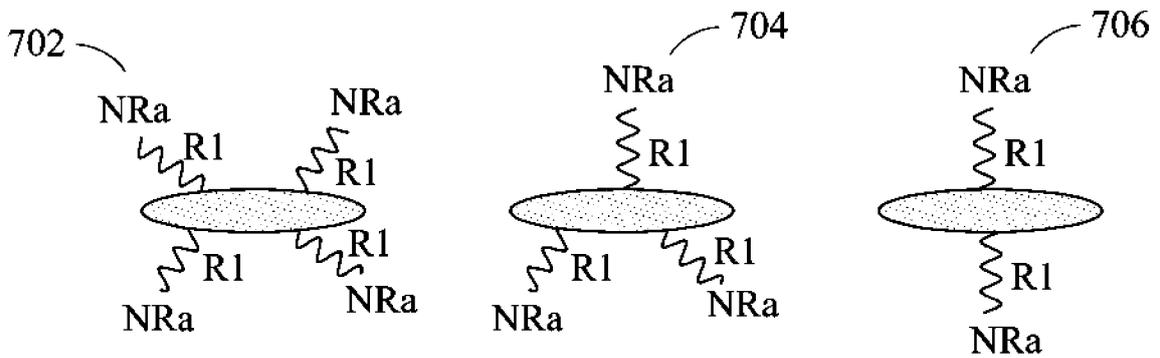


FIG. 7

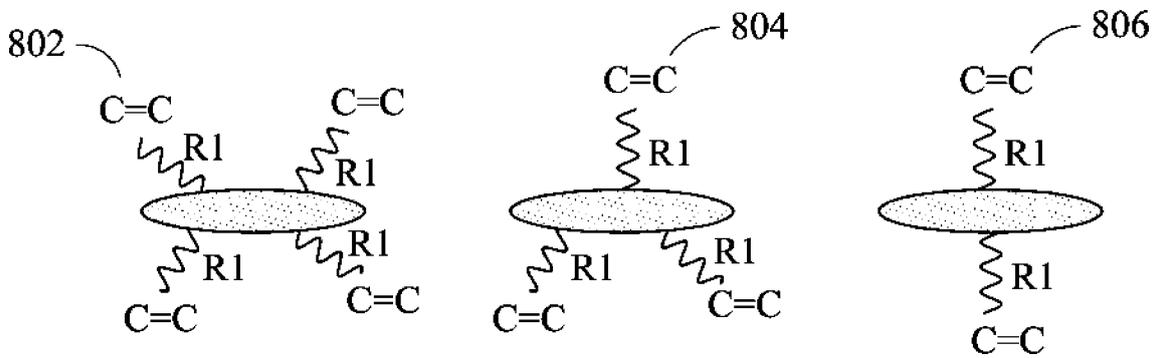


FIG. 8

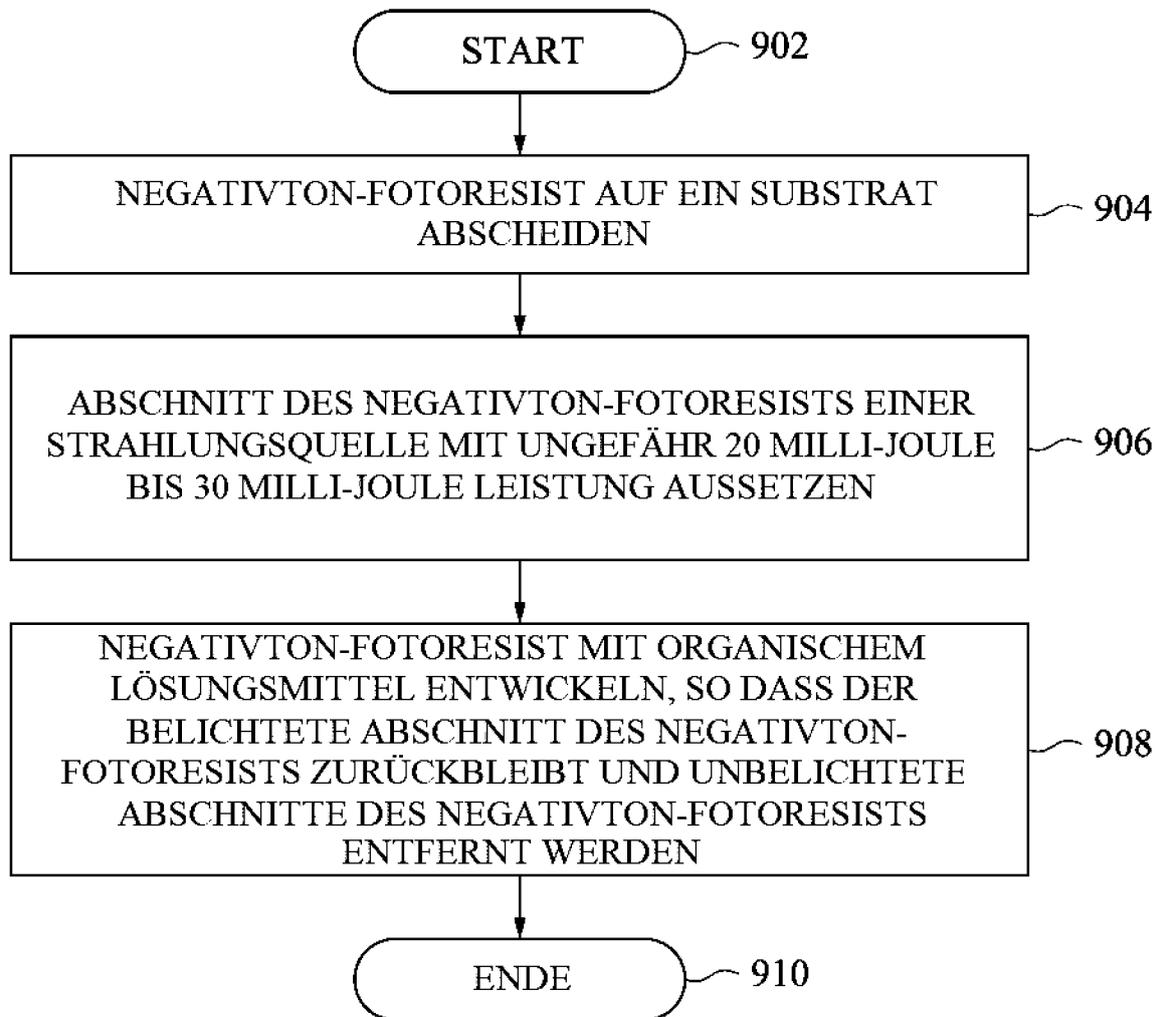
900

FIG. 9

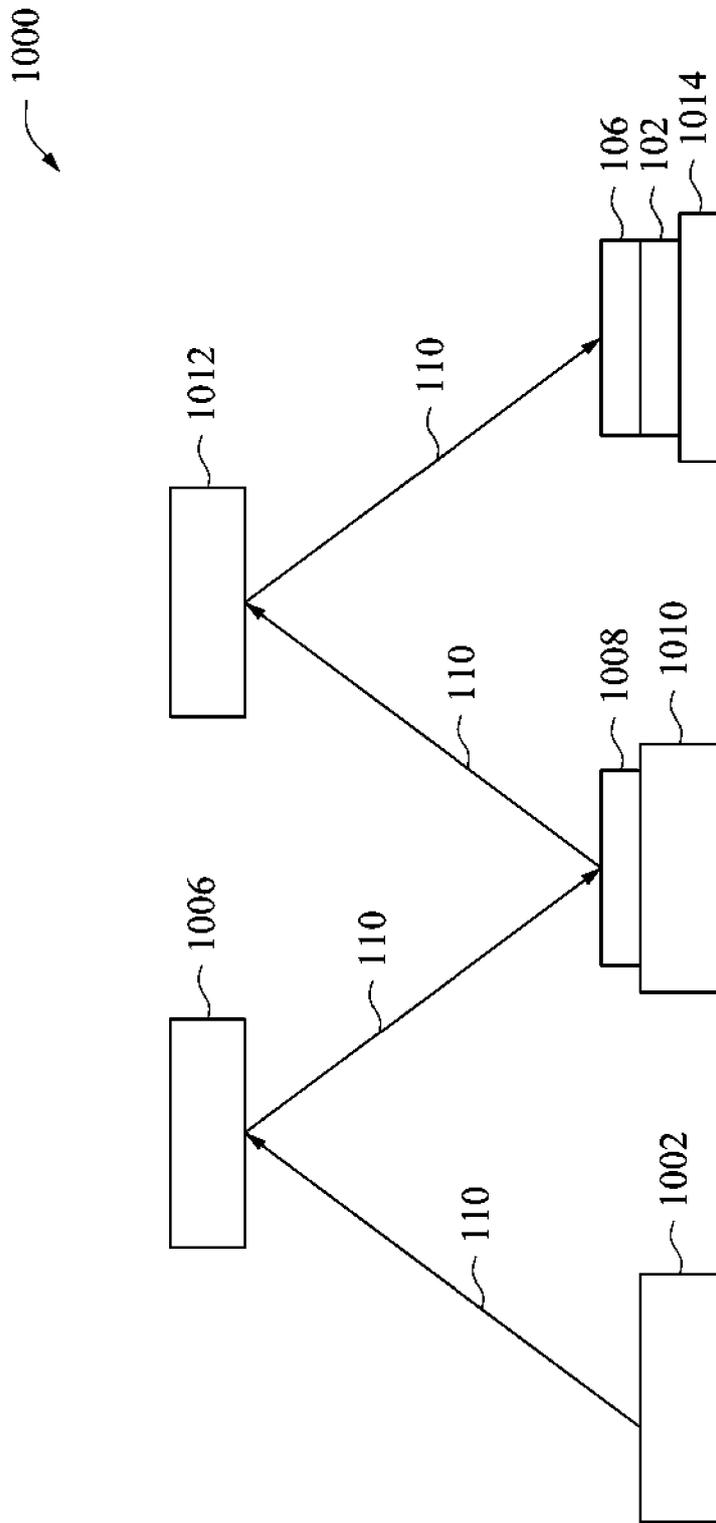


FIG. 10