

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6140616号
(P6140616)

(45) 発行日 平成29年5月31日 (2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日 (2017.5.12)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/768 (2006.01)	HO 1 L 21/88 B
HO 1 L 21/3205 (2006.01)	HO 1 L 21/30 570
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 502C

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-556909 (P2013-556909)	(73) 特許権者	390020248
(86) (22) 出願日	平成24年3月2日 (2012.3.2)		日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
(65) 公表番号	特表2014-509785 (P2014-509785A)		東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(43) 公表日	平成26年4月21日 (2014.4.21)	(73) 特許権者	507107291
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/027534		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(87) 国際公開番号	W02012/119098		レイテッド
(87) 国際公開日	平成24年9月7日 (2012.9.7)		アメリカ合衆国 テキサス州 75265
審査請求日	平成27年2月27日 (2015.2.27)		-5474 ダラス メール ステーショ
(31) 優先権主張番号	61/448,437		ン 3999 ビーオーボックス 655
(32) 優先日	平成23年3月2日 (2011.3.2)		474
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 上記1名の代理人	100098497
(31) 優先権主張番号	61/448,451		弁理士 片寄 恭三
(32) 優先日	平成23年3月2日 (2011.3.2)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダブルパターンニングされるリソグラフィプロセスのためのパターン分割分解ストラテジー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

集積回路を形成するプロセスであって、
 基板の上に誘電体層を形成する工程と、
 前記誘電体層の頂部表面上に複数の平行ルートトラックのためのエリアを画定する工程であって、前記複数の平行ルートトラックが或るピッチ距離を有する、前記画定する工程と、

第1のリードパターンを含む複数の第1の露光エリアをつくる第1の相互接続パターンを形成する工程であって、前記第1のリードパターンが前記複数の平行ルートトラックの1つのルートトラックに位置する、前記形成する工程と、

前記複数の第1の露光エリアに複数の第1の相互接続トレンチを形成するために第1のトレンチエッチングプロセスを実行する工程と、

第2のリードパターンを含む複数の第2の露光エリアをつくる第2の相互接続パターンを形成する工程であって、前記第2のリードパターンが前記複数の平行ルートトラックの前記ルートトラックに位置し、前記第2のリードパターンが、前記第1のリードパターンと前記複数の平行ルートトラックの隣接するルートトラックに位置する隣接するリードパターンとの間のスペースの1倍から1と1/2倍の距離だけ前記第1のリードパターンから分離される、前記形成する工程と、

前記複数の第2の露光エリアに複数の第2の相互接続トレンチを形成するために第2のトレンチエッチングプロセスを実行する工程と、

10

20

前記第 1 の相互接続トレレンチと前記第 2 の相互接続トレレンチとに金属相互接続ラインを形成する工程と、

を含み、

前記第 1 の相互接続パターンと前記第 2 の相互接続パターンとが、ダイポール照明源を有する 2 つの個別のフォトリソグラフィプロセスを用いて形成される、プロセス。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプロセスであって、

前記第 1 のリードパターンが前記第 2 のリードパターンに隣接して終端する、プロセス。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のプロセスであって、

前記第 1 のリードパターンが前記第 2 のリードパターンに隣接して分岐する、プロセス。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のプロセスであって、

前記ダイポール照明源が 193 ナノメートル放射を提供し、前記複数の平行ルートトラックの前記ピッチ距離が 75 ~ 81 ナノメートルである、プロセス。

【請求項 5】

集積回路を形成するプロセスであって、

基板の上に誘電体層を形成する工程と、

前記誘電体層の頂部表面上に複数の平行ルートトラックを画定する工程であって、前記複数の平行ルートトラックが或るピッチ距離を有する、前記画定する工程と、

前記複数の平行ルートトラックに前記複数の平行ルートトラックの 1 つのルートトラックに位置する第 1 のリードパターンを含む第 1 の相互接続パターンを形成する工程と、

前記複数の平行ルートトラックに前記ルートトラックに位置する第 2 のリードパターンを含む第 2 の相互接続パターンを形成する工程であって、前記第 2 のリードパターンが、前記複数の平行ルートトラックの隣接するルートトラックにおける相互接続パターン間のスペースの 1 倍から 1 と 2 分の 1 倍の距離だけ前記ルートトラックにおいて前記第 1 のリードパターンから分離される、前記形成する工程と、

前記第 1 の相互接続パターンと前記第 2 の相互接続パターンとにより画定されるように前記誘電体層に金属相互接続ラインを形成する工程と、

を含み、

前記第 1 の相互接続パターンと前記第 2 の相互接続パターンとが、前記複数の平行ルートトラックの隣接するルートトラックにおける前記相互接続パターンを分解することが可能なダイポール照明源を有する 2 つの個別のフォトリソグラフィプロセスを用いて形成される、プロセス。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプロセスであって、

前記ダイポール照明源が 193 ナノメートル放射を提供し、前記平行ルートトラックの前記ピッチ距離が 75 ~ 81 ナノメートルである、プロセス。

【請求項 7】

集積回路を形成するプロセスであって、

基板の上に誘電体層を形成する工程と、

前記誘電体層の頂部表面上に複数の平行ルートトラックのためのエリアを画定する工程であって、前記複数の平行ルートトラックが或るピッチ距離を有する、前記画定する工程と、

前記誘電体層の上に第 1 の相互接続パターンを形成する工程であって、前記第 1 の相互接続パターンが、前記複数の平行ルートトラックのルートトラックにおける第 1 のポイントまで延びる第 1 の複数のリードパターンをつくる、前記形成する工程と、

前記第 1 の相互接続パターンを用いて第 1 の複数の相互接続トレレンチを形成するために

10

20

30

40

50

第 1 のトレンチエッチングプロセスを実行する工程と、

前記誘電体層の上に第 2 の相互接続パターンを形成する工程であって、前記第 2 の相互接続パターンが、前記複数の平行ルートトラックの前記ルートトラックにおける第 2 のポイントまで延びる第 2 の複数のリードパターンをつくり、各第 2 のポイントが、前記複数の平行ルートトラックにおける第 1 の複数の露光エリアと第 2 の複数の露光エリアとの隣接する平行の露光エリア間のスペースの 1 倍から 1 及び 2 分の 1 倍の距離まで対応する第 1 のポイントから横方向に分離される、前記形成する工程と、

前記第 2 の相互接続パターンを用いて第 2 の複数の相互接続トレンチを形成するために第 2 のトレンチエッチングプロセスを実行する工程と、

前記第 1 の複数の相互接続トレンチと前記第 2 の複数の相互接続トレンチとに金属相互接続ラインを形成する工程と、

を含み、

前記金属相互接続ラインが、

前記複数の平行ルートトラックのルートトラックにおける前記第 1 のポイントまで延びる第 1 の複数のラインと、

前記複数の平行ルートトラックのルートトラックにおける対応する第 1 のポイントに近接する前記第 2 のポイントまで延びる第 2 の複数のラインと、

を含み、

前記第 1 の相互接続パターンと前記第 2 の相互接続パターンとが、ダイポール照明源を有する 2 つの個別のフォトリソグラフィプロセスを用いて形成される、プロセス。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のプロセスであって、

前記第 1 の複数のラインのサブセットが前記第 1 のポイントで終端する、プロセス。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のプロセスであって、

前記第 1 の複数のラインのサブセットが前記第 1 のポイントで分岐する、プロセス。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のプロセスであって、

前記ダイポール照明源が 193 ナノメートル放射を提供し、複数の前記平行ルートトラックの前記ピッチ距離が 75 ~ 81 ナノメートルである、プロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、集積回路の分野に関し、更に特定して言えば、集積回路を形成するためのフォトリソグラフィプロセスに関連する。

【背景技術】

【0002】

集積回路は、その集積回路の金属相互接続ラインの所望のピッチの 2 倍より大きい波長を有する照明源を用いるフォトリソグラフィプロセスを用いて形成され得る。製造コストと製造歩留まりの間で望ましいトレードオフを達成することは困難であり得る。例えば、193 ナノメートルの照明源を用いる 28 ナノメートルノード及びそれを超える技術ノードは、所望の第 1 の金属相互接続レイアウトを得るために 2 つ以上のパターンステップを必要とし得る。隣接する平行ルートトラック間のクロスオーバー、及び所望の横方向寸法を有する第 1 の金属レベルにおいて U ターン及び分離されたラインを形成することが課題となり得る。

【発明の概要】

【0003】

複数の平行ルートトラックに第 1 の相互接続パターンを形成し、その複数の平行ルートトラックに第 2 の相互接続パターンを形成するプロセスにより集積回路が形成され得る。

第 1 の相互接続パターンは第 1 のリードパターンを含み、第 1 のリードパターンは、第 1

10

20

30

40

50

の複数の平行ルートトラックの或るインスタンス (i n s t a n c e) における第 1 のポイントまで延びる。第 2 の相互接続パターンは第 2 のリードパターンを含み、第 2 のリードパターンは、これらの複数の平行ルートトラックの同じインスタンスにおける第 2 のポイントまで延び、そのため、これらの複数の平行ルートトラックの隣接する平行のリードパターン間のスペースの 1 倍から 1 と 1 / 2 倍の距離、第 2 のポイントが第 1 のポイントから横方向に離れるようになっている。第 1 の相互接続パターン及び第 2 の相互接続パターンにより画定される相互接続レベルに金属相互接続ラインを形成する金属相互接続形成プロセスが実行される。金属相互接続形成プロセスにより形成される第 1 のリード及び第 2 のリードが、それぞれ、第 1 のリードパターンにより画定されるエリア及び第 2 のリードパターンにより画定されるエリアに形成される。第 1 のリード及び第 2 のリードは、複数の平行ルートトラックの隣接する平行の金属相互接続ライン間のスペースの 1 から 1 と 2 分の 1 の距離、第 1 のポイント及び第 2 のポイントにおいて横方向に離される。第 1 のリード及び / 又は第 2 のリードは、例えば、別のルートトラックへのクロスオーバーを形成するため、それぞれ、第 1 のポイント及び / 又は第 2 のポイントにおいてルートトラックから外に延び得る。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 4 】

【図 1 A】本明細書に記載の実施例に従った集積回路を形成するために用いられ得るフォトリソグラフィプロセスのための例示の照明源を示す。

【図 1 B】本明細書に記載の実施例に従った集積回路を形成するために用いられ得るフォトリソグラフィプロセスのための例示の照明源を示す。

20

【図 1 C】本明細書に記載の実施例に従った集積回路を形成するために用いられ得るフォトリソグラフィプロセスのための例示の照明源を示す。

【 0 0 0 5 】

【図 2 A】ダマシ金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【図 2 B】ダマシ金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【図 2 C】ダマシ金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

30

【図 2 D】ダマシ金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【図 2 E】ダマシ金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【 0 0 0 6 】

【図 3 A】エッチングされた金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【図 3 B】エッチングされた金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【図 3 C】エッチングされた金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

40

【図 3 D】エッチングされた金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 7 】

複数の平行ルートトラックに第 1 の相互接続パターンを形成し、その複数の平行ルートトラックに第 2 の相互接続パターンを形成するプロセスにより集積回路が形成され得る。第 1 の相互接続パターンは第 1 のリードパターンを含み、第 1 のリードパターンは、第 1 の複数の平行ルートトラックの或るインスタンスにおける第 1 のポイントまで延びる。第 2 の相互接続パターンは第 2 のリードパターンを含み、第 2 のリードパターンは、これら

50

の複数の平行ルートトラックの同じインスタンスにおける第2のポイントまで延び、そのため、これらの複数の平行ルートトラックの隣接する平行のリードパターン間のスペースの1倍から1と1/2倍の距離、第2のポイントが第1のポイントから横方向に離れるようになっている。第1の相互接続パターン及び第2の相互接続パターンにより画定される相互接続レベルに金属相互接続ラインを形成する金属相互接続形成プロセスが実行される。金属相互接続形成プロセスにより形成される第1のリード及び第2のリードが、それぞれ、第1のリードパターンにより画定されるエリア及び第2のリードパターンにより画定されるエリアに形成される。第1のリード及び第2のリードは、複数の平行ルートトラックの隣接する平行の金属相互接続ライン間のスペースの1から1と2分の1の距離、第1のポイント及び第2のポイントにおいて横方向に離される。第1のリード及び/又は第2のリードは、例えば、別のルートトラックへのクロスオーバーを形成するため、それぞれ、第1のポイント及び/又は第2のポイントにおいてルートトラックから外に延び得る。

【0008】

図1A～図1Cは本明細書で説明する実施例に従って集積回路を形成するために用いられ得るフォトリソグラフィプロセスのための例示の照明源を示す。図1Aは中度のダイポール構成要素を備えるオフアクシス照明源を示す。その発光エリアは、垂直方向に沿った2つの大きなダイポール領域100、及び水平及び対角方向に沿った、より小さい光源領域102から構成される。図1Bは強度のダイポール構成要素を備えるオフアクシス照明源を示す。その発光エリアは、垂直方向に沿った2つの大きなダイポール領域104、及び水平及び対角方向に沿った、より小さく、より弱い、光源領域106から構成される。図1Cはダイポール構成要素を備えるオフアクシス照明源を示す。その発光エリアは、垂直方向に沿った2つのダイポール領域108、及び分散された環状領域110から構成される。

【0009】

図2A～図2Eはダマシン金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第1の実施例に従って形成される集積回路を、製造の連続段階で示した平面図である。この実施例はダイポール構成要素を備える照明源、例えば、図1A～図1Cに関連して説明した任意の照明源、を用いる。図2Aにおいて、半導体基板202内及び上に集積回路200が形成される。半導体基板202は、例えば、単結晶シリコンウエハ、シリコンゲルマニウム領域を備えるシリコンウエハ、シリコンオンインシュレタ(SOI)ウエハ、異なる結晶配向の領域を備えるハイブリッド配向技術(HOT)ウエハ、又は集積回路200の製造に適切な他の材料であり得る。

【0010】

基板202の上に誘電体層204が形成される。誘電体層204は誘電体副層の積層であり得、例えば、プリメタル誘電体(PMD)層及びインターメタル誘電体(ILD)層を含み得る。PMD層は、図示されていないPMDライナー、PMD主層、及び任意選択的なPMDキャップ層を含み得る。PMDライナーは、集積回路200の既存の頂部表面にプラズマエンハンスド化学蒸着(PECVD)によって堆積される10～100ナノメートルの厚みの窒化珪素又は二酸化シリコンを含み得る。PMD主層は、高アスペクト比プロセス(HARP)により形成される二酸化シリコンの層に続き、二酸化シリコン、リン珪酸ガラス(PSG)、又はほうりん珪酸ガラス(BPSG)の層が、一般に100～1000ナノメートルの厚みで、PECVDプロセスにより、PMDライナーの頂部表面に堆積され得る。PMDライナーの頂部表面は場合によっては化学機械的研磨(CMP)プロセスにより平坦化される。任意選択的なPMDキャップ層は、PMD主層の頂部表面に形成される一般に10～100ナノメートルの厚みの、窒化珪素、炭化珪素窒化物、又は炭化珪素等の硬い材料である。

【0011】

ILD層は、例えば、窒化シリコン、炭化珪素、又は炭化珪素窒化物の5～25ナノメートルのエッチストップ層、オルガノシリケートガラス(OSG)、炭素ドーピングシリコン酸化物(SiCO又はCDO)等の低k誘電体材料、又はメチルシルセスキオキサン(M

10

20

30

40

50

SQ) から形成される誘電体材料、或いは多孔性OSG (p-OSG) 等の超低k誘電体材料の、100~200ナノメートルの主層、及び窒化珪素、炭化珪素窒化物、又は炭化珪素の、10~40ナノメートルのキャップ層を含み得る。

【0012】

集積回路200の上に複数の平行ルートトラック206のためのエリアが画定される。図2Aに点描パターンで示される第1の相互接続パターン208が誘電体層204の上にフォトレジストで形成されて、第1の複数の露光エリア210がつくられる。第1の相互接続パターン208は、平行ルートトラック206に垂直に向けられるダイポール構成要素を備えた照射源を用いて形成される。第1の複数の露光エリア210は、第1の複数の終端リードパターン212及び第1の複数の分岐リードパターン214を含む。第1の複数の終端リードパターン212は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216のインスタンスまで延び、そこで終端する。第1の複数の分岐リードパターン214は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216のインスタンスまで延び、そこで分岐する。本実施例において、第1の相互接続パターン208を生成するためフォトリソグラフィプロセスにおいて用いられる照明源のダイポール構成要素に起因して、平行ルートトラック206に平行の方向の第1の相互接続パターン208の分解可能なピッチ距離は、平行ルートトラック206のピッチ距離の少なくとも2倍である。複数の平行ルートトラック206の第1のインスタンスにおける第1の複数の露光エリア210の第1のインスタンスが、図2Aに示すように複数の平行ルートトラック206の第1のインスタンスに直接隣接する複数の平行ルートトラック206の第2のインスタンスにおける第1の複数の露光エリア210の第2のインスタンスに直接隣接して配置され得る。本実施例の1つの変形において、照明源は、193ナノメートル放射を提供し得、平行ルートトラック206のピッチ距離は75~81ナノメートルであり得る。本実施例の1つの変形において、第1の相互接続パターン208は、ノボラック樹脂ベースのフォトレジストで形成され得、アルカリ性水性現像液に曝すなどのポジティブトーン現像プロセスを用いて現像され得る。別の変形において、第1の相互接続パターン208は、フォトレジストで形成され得、ネガティブトーン現像プロセスを用いて現像され得る。

【0013】

図2Bを参照すると、第1の相互接続トレンチエッチングプロセスが実行され、これにより、第1の複数の相互接続トレンチ218を形成するため第1の複数の露光エリア210内の誘電体層204から誘電性材料が取り除かれる。第1の複数の相互接続トレンチ218は、第1の複数の終端リードトレンチ220及び第1の複数の分岐リードトレンチ222を含む。第1の複数の終端リードトレンチ220は、平行ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216のインスタンスまで延び、そこで終端する。第1の複数の分岐リードトレンチ222は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216のインスタンスまで延び、そこで分岐する。第1の相互接続パターン208は、第1の相互接続トレンチエッチングプロセスが完了した後、例えば、集積回路200を酸素含有プラズマに曝し、続いて湿式洗浄によって全ての有機残滓を誘電体層204の頂部表面から除去することにより、取り除かれる。

【0014】

図2Cを参照すると、図2Cに点描パターンで示される第2の相互接続パターン224が誘電体層204の上にフォトレジストで形成されて、第2の複数の露光エリア226がつくられる。第2の相互接続パターン224は、第1の相互接続パターン208を形成するために用いられる照明源と実質的に等しいダイポール構成要素を有する照明源を用いて形成され、ダイポール構成要素は、平行ルートトラック206に垂直に向けられる。第2の複数の露光エリア226のインスタンスが、図2Cに示すように第1の複数の相互接続トレンチ218のインスタンスに直接隣接して配置され得る。第2の複数の露光エリア226は、第2の複数の終端リードパターン228及び第2の複数の分岐リードパターン230を含む。第2の複数の終端リードパターン228は、ルートトラック206のインス

タンスにおける第1のポイント216の対応するインスタンスに近接する第2のポイント232のインスタンスまで延び、そこで終端する。第2の複数の分岐リードパターン230は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216の対応するインスタンスに近接する第2のポイント232のインスタンスまで延び、そこで分岐する。第2のポイント232の各インスタンスは、平行ルートトラック206における第1の複数の露光エリア210と第2の複数の露光エリア226の隣接する平行のインスタンス間のスペースの1倍から1と2分の1倍の横方向距離、第1のポイント216の対応するインスタンスから横方向に離され得る。

【0015】

図2Dを参照すると、第2の相互接続トレンチエッチングプロセスが実行され、これにより、第2の複数の相互接続トレンチ234を形成するため第2の複数の露光エリア226内の誘電体層204から誘電性材料が取り除かれる。第2の複数の相互接続トレンチ234は、第2の複数の終端トレンチ236及び第2の複数の分岐トレンチ238を含む。第2の複数の終端トレンチ236は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216の対応するインスタンスに近接する第2のポイント232のインスタンスまで延び、そこで終端する。第2の複数の分岐トレンチ238は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216の対応するインスタンスに近接する第2のポイント232のインスタンスまで延び、そこで分岐する。第2の相互接続パターン224は、例えば、図2Bを参照して説明されるように、第2の相互接続トレンチエッチングプロセスが完了した後、取り除かれる。

【0016】

図2Eを参照すると、ダマシン金属相互接続形成プロセスが実行されて、第1の複数の相互接続トレンチ218及び第2の複数の相互接続トレンチ234に金属相互接続ライン240が形成される。金属相互接続ライン240は、図2Eにスターハッチパターンで示される。ダマシン金属相互接続形成プロセスは、例えば、第1の複数の相互接続トレンチ218及び第2の複数の相互接続トレンチ234に1~5ナノメートルの厚みの窒化タンタルのライナーを原子層蒸着(ALD)プロセスにより形成すること、ライナー上に5~80ナノメートルの厚みの銅シード層をスパッタリングにより形成すること、第1の複数の相互接続トレンチ218及び第2の複数の相互接続トレンチ234を充填するようにシード層に銅を電気メッキすること、及び続いて、銅CMPプロセスにより誘電体層204の頂部表面から銅及びライナー金属を除去することを含み得る。

【0017】

金属相互接続ライン240は、第1の複数の終端リードトレンチ220内に形成される第1の複数の終端ライン242、及び第1の複数の分岐リードトレンチ222内に形成される第1の複数の分岐ライン244を含む。第1の複数の終端ライン242は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216のインスタンスまで延び、そこで終端する。第1の複数の分岐ライン244は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216のインスタンスまで延び、そこで分岐する。金属相互接続ライン240は更に、第2の複数の終端トレンチ236内に形成される第2の複数の終端ライン246、及び第2の複数の分岐トレンチ238内に形成される第2の複数の分岐ライン248を含む。第2の複数の終端ライン246は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216の対応するインスタンスに近接する第2のポイント232のインスタンスまで延び、そこで終端する。第2の複数の分岐ライン248は、ルートトラック206のインスタンスにおける第1のポイント216の対応するインスタンスに近接する第2のポイント232のインスタンスまで延び、そこで分岐する。第2の複数の終端ライン246のインスタンスは、平行ルートトラック206における金属相互接続ライン240の隣接する平行のインスタンス間のスペースの1倍から1と2分の1倍の横方向距離、第2のポイント232の対応するインスタンスにおいて第1のポイント216の対応するインスタンスにおける第1の複数の終端ライン242の横方向に隣接するインスタンスから横方向に分離され得る。

【 0 0 1 8 】

図 3 A ~ 図 3 C は、エッチングされた金属プロセス、及びダイポール構成要素を備える照明源を用いて第 1 の実施例に従って形成される集積回路を製造の連続段階で示した平面図である。本実施例は、ダイポール構成要素を備えた照射源、例えば、図 1 A ~ 図 1 C を参照して説明する照明源の任意のもの、を用いる。図 3 A において、集積回路 3 0 0 が、図 2 A に関連して説明したように半導体基板 3 0 2 内及び半導体基板 3 0 2 上に形成される。図 2 A に関連して説明したように、基板 3 0 2 の上に誘電体層 3 0 4 が形成される。複数の平行ルートトラック 3 0 6 のためのエリアが集積回路 3 0 0 の上に画定される。誘電体層 3 0 4 の上に相互接続金属層 3 0 8 が形成される。相互接続金属層 3 0 8 は、例えば、有機金属化学気相成長 (MOCVD) プロセスによって 3 ~ 15 ナノメートル厚みに形成されるチタン・タングステン又は窒化チタンの接着層、0.5 ~ 2 パーセントの銅を含むスパッタリングされたアルミニウム層、100 ~ 200 ナノメートルの厚みのシリコン及び / 又はチタン、及び MOCVD プロセスによって 5 ~ 20 ナノメートルの厚みに形成される窒化チタンキャップ層を含み得る。

10

【 0 0 1 9 】

点描パターンで図 3 A に示される第 1 の相互接続パターン 3 1 0 が、相互接続金属層 3 0 8 の上にフォトレジストで形成され、これにより第 1 の複数のマスクされたエリア 3 1 2 がつくられる。第 1 の相互接続パターン 3 1 0 は、平行ルートトラック 3 0 6 に垂直に向けられるダイポール構成要素を備えた照射源を用いて形成される。第 1 の複数のマスクされたエリア 3 1 2 は、第 1 の複数の終端リードパターン 3 1 4 及び第 1 の複数の分岐リードパターン 3 1 6 を含む。第 1 の複数の終端リードパターン 3 1 4 は、ルートトラック 3 0 6 のインスタンスにおける第 1 のポイント 3 1 8 のインスタンスまで延び、そこで終端する。第 1 の複数の分岐リードパターン 3 1 6 は、ルートトラック 3 0 6 のインスタンスにおける第 1 のポイント 3 1 8 のインスタンスまで延び、そこで分岐する。本実施例において、第 1 の相互接続パターン 3 1 0 を生成するためのフォトリソグラフィプロセスにおいて用いられる照明源のダイポール構成要素に起因して、平行ルートトラック 3 0 6 に平行の方向の第 1 の相互接続パターン 3 1 0 の分解可能なピッチ距離は、平行ルートトラック 3 0 6 のピッチ距離の少なくとも 2 倍である。複数の平行ルートトラック 3 0 6 の第 1 のインスタンスにおける第 1 の複数のマスクされたエリア 3 1 2 の第 1 のインスタンスが、図 3 A に示したように複数の平行ルートトラック 3 0 6 の第 1 のインスタンスに直接隣接する複数の平行ルートトラック 3 0 6 の第 2 のインスタンスにおける第 1 の複数のマスクされたエリア 3 1 2 の第 2 のインスタンスに直接隣接して配置され得る。本実施例の 1 つの変形において、照明源は、193 ナノメートル放射を提供し得、平行ルートトラック 3 0 6 のピッチ距離は 75 ~ 81 ナノメートルであり得る。第 1 の相互接続パターン 3 1 0 は、図 2 A を参照して説明されるように、ポジティブトーン現像プロセス又はネガティブトーン現像プロセスを用いて形成され得る。

20

30

【 0 0 2 0 】

図 3 B を参照すると、レジストフリーズプロセスが実行されて、これにより、集積回路 3 0 0 上に第 2 のフォトレジストパターンが形成され得るように第 1 の相互接続パターン 3 1 0 が硬化される。レジストフリーズプロセスの完了後の第 1 の相互接続パターン 3 1 0 を図 3 B に粗い点描パターンで示す。レジストフリーズプロセスは、例えば、紫外線 (UV) 硬化ステップ、熱的硬化ステップ及び / 又は化学的硬化ステップを含み得る。

40

【 0 0 2 1 】

図 3 C を参照すると、点描パターンで図 3 C に示される第 2 の相互接続パターン 3 2 0 が、相互接続金属層 3 0 8 の上にフォトレジストで形成され、これにより、第 2 の複数のマスクされたエリア 3 2 2 がつくられる。第 2 の相互接続パターン 3 2 0 は、第 1 の相互接続パターン 3 1 0 を形成するために用いられる照明源と実質的に等しいダイポール構成要素を有する照射源で形成され、ダイポール構成要素は、平行ルートトラック 3 0 6 に垂直に向けられる。複数の平行ルートトラック 3 0 6 の第 1 のインスタンスにおける第 2 の複数のマスクされたエリア 3 2 2 の第 1 のインスタンスが、図 3 C に示すように、複数の

50

平行ルートトラック 306 の第 1 のインスタンスに直接隣接する複数の平行ルートトラック 306 の第 2 のインスタンスにおける第 2 の複数のマスクされたエリア 322 の第 2 のインスタンスに直接隣接して配置され得る。第 2 の複数のマスクされたエリア 322 は、第 2 の複数の終端リードパターン 324 及び第 2 の複数の分岐リードパターン 326 を含む。第 2 の複数の終端リードパターン 324 は、ルートトラック 306 のインスタンスにおける第 1 のポイント 318 の対応するインスタンスに近接する第 2 のポイント 328 のインスタンスまで延び、そこで終端する。第 2 の複数の分岐リードパターン 326 は、ルートトラック 306 のインスタンスにおける第 1 のポイント 318 の対応するインスタンスに近接する第 2 のポイント 328 のインスタンスまで延び、そこで分岐する。第 2 のポイント 328 の各インスタンスが、平行ルートトラック 306 における第 1 の複数のマスクされたエリア 312 と第 2 の複数のマスクされたエリア 322 の隣接する平行のインスタンス間のスペースの 1 倍から 1 と 2 分の 1 倍の横方向距離、第 1 のポイント 318 の対応するインスタンスから横方向に分離される。

10

【0022】

図 3D を参照すると、金属エッチングプロセスが実行され、これは、図 3D にスターハッチパターンで示されるように、金属相互接続ライン 330 を形成するように第 1 の相互接続パターン 310 及び第 2 の相互接続パターン 320 の外側の相互接続金属層 308 から金属を取り除く。この金属エッチングプロセスは、例えば、アルミニウムをエッチングするための塩素含有プラズマを備えた RIE ステップを含み得る。金属相互接続ライン 330 は、第 1 の相互接続パターン 310 及び第 2 の相互接続パターン 320 により画定される集積回路 300 の相互接続レベルに配置される。

20

【0023】

金属相互接続ライン 330 は、第 1 の複数の終端リードパターン 314 により画定されるエリアに形成される第 1 の複数の終端ライン 332、及び第 1 の複数の分岐リードパターン 316 内に形成される第 1 の複数の分岐ライン 334 を含む。第 1 の複数の終端ライン 332 は、ルートトラック 306 のインスタンスにおける第 1 のポイント 318 のインスタンスまで延び、そこで終端する。第 1 の複数の分岐ライン 334 は、ルートトラック 306 のインスタンスにおける第 1 のポイント 318 のインスタンスまで延び、そこで分岐する。金属相互接続ライン 330 は更に、第 2 の複数の終端リードパターン 324 により画定されるエリアに形成される第 2 の複数の終端ライン 336、及び第 2 の複数の分岐リードパターン 326 により画定されるエリアに形成される第 2 の複数の分岐ライン 338 を含む。第 2 の複数の終端ライン 336 は、ルートトラック 306 のインスタンスにおける第 1 のポイント 318 の対応するインスタンスに近接する第 2 のポイント 328 のインスタンスまで延び、そこで終端する。第 2 の複数の分岐ライン 338 は、ルートトラック 306 のインスタンスにおける第 1 のポイント 318 の対応するインスタンスに近接する第 2 のポイント 328 のインスタンスまで延び、そこで分岐する。第 2 の複数の終端ライン 336 のインスタンスは、平行ルートトラック 306 における金属相互接続ライン 330 の隣接する平行のインスタンス間のスペースの 1 倍から 1 と 2 分の 1 倍の横方向距離、第 2 のポイント 328 の対応するインスタンスにおいて第 1 のポイント 318 の対応するインスタンスにおける第 1 の複数の終端ライン 332 の横方向に隣接するインスタンスから横方向に分離され得る。

30

40

【0024】

当業者であれば、本発明の特許請求の範囲内で、説明した例示の実施例に変形が成され得ること、及び多くの他の実施例が可能であることが分かるであろう。

【図 1 A】

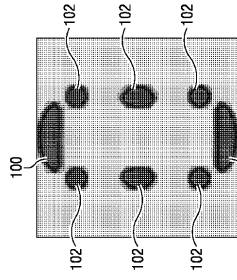


FIG. 1A

【図 1 B】

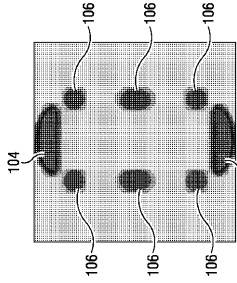


FIG. 1B

【図 1 C】

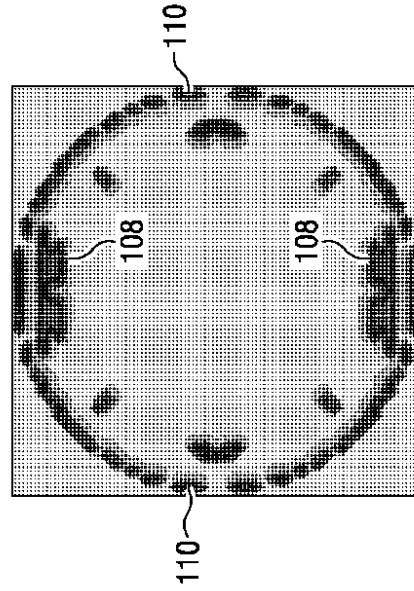


FIG. 1C

【図 2 A】

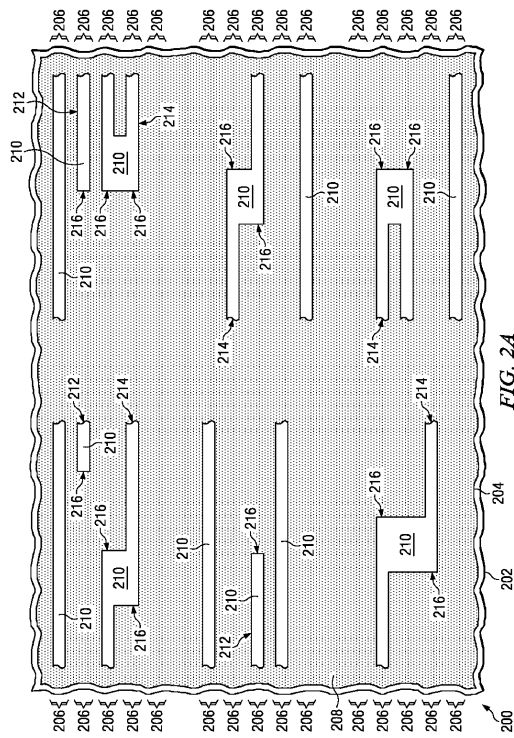


FIG. 2A

【図 2 B】

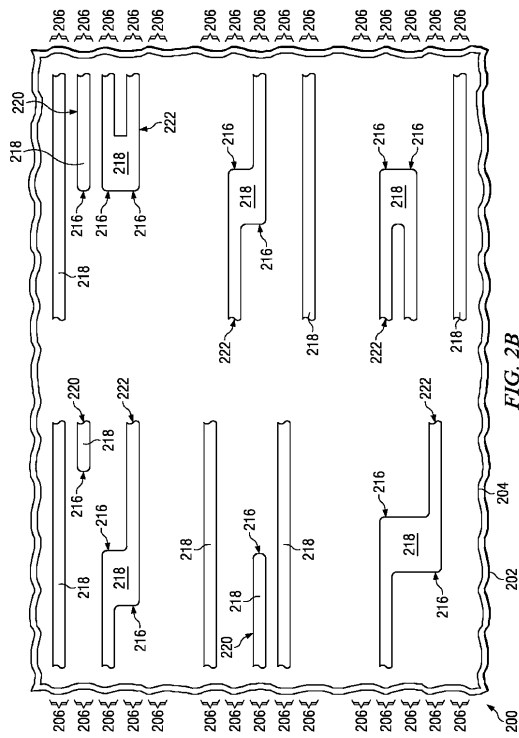


FIG. 2B

【図 2 C】

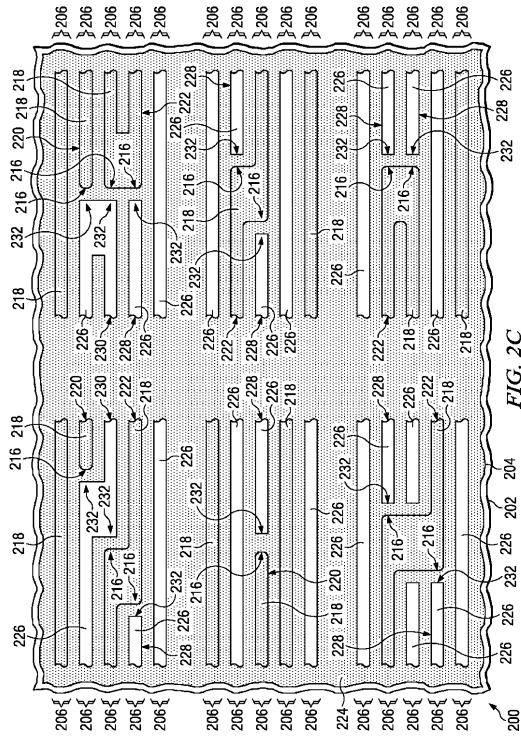


FIG. 2C

【図 2 D】

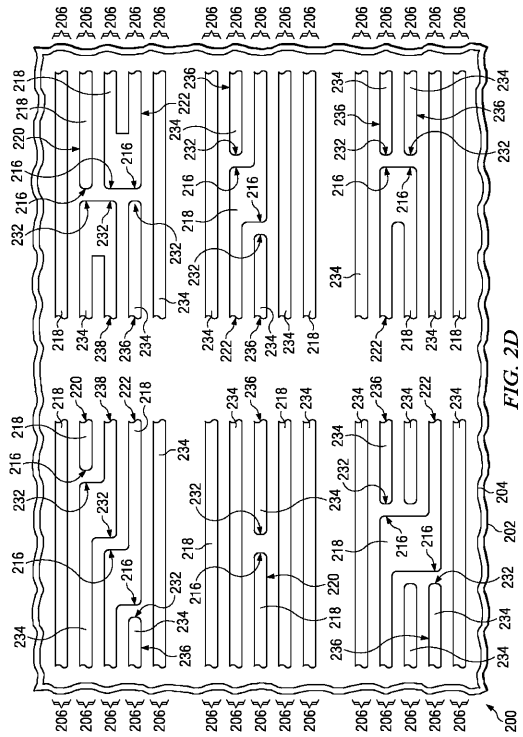


FIG. 2D

【図 2 E】

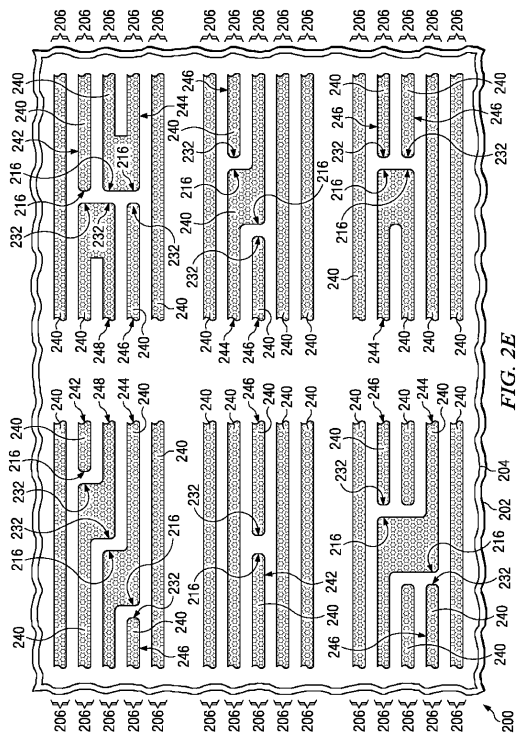


FIG. 2E

【図 3 A】

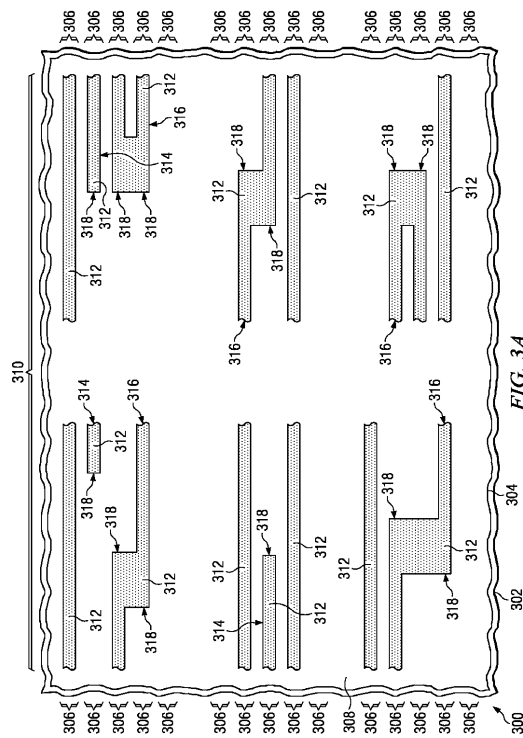


FIG. 3A

【図 3 B】

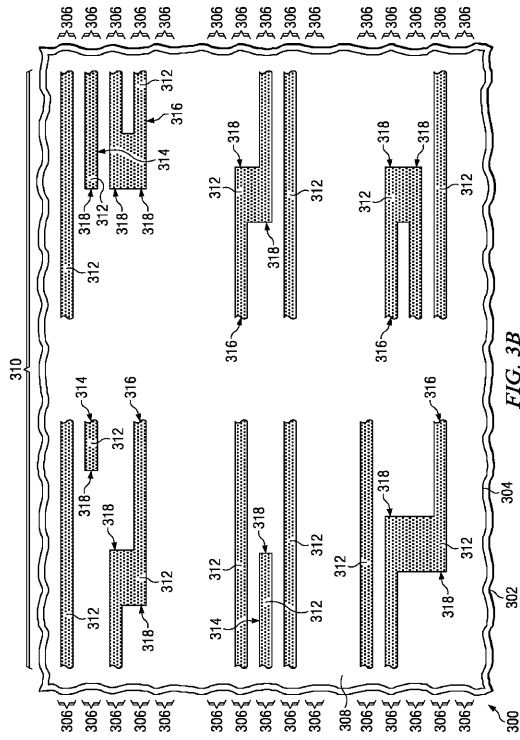


FIG. 3B

【図 3 C】

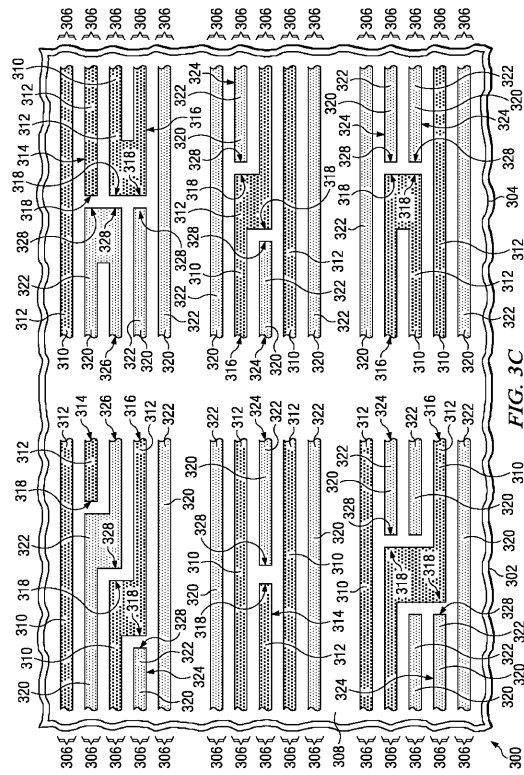


FIG. 3C

【図 3 D】

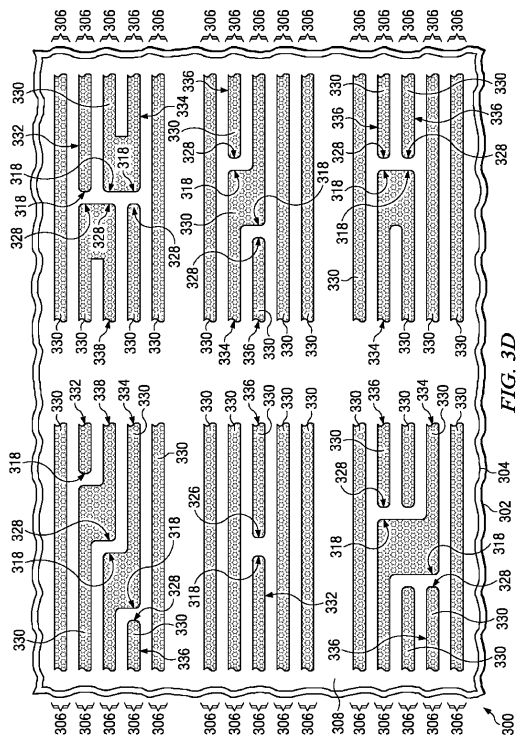


FIG. 3D

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/448,447
(32)優先日 平成23年3月2日(2011.3.2)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 13/410,188
(32)優先日 平成24年3月1日(2012.3.1)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/448,423
(32)優先日 平成23年3月2日(2011.3.2)
(33)優先権主張国 米国(US)

- (72)発明者 ジェームズ ウォルター ブラッチフォード
アメリカ合衆国 75082 テキサス州 リチャードソン, メドウ ウッド ドライブ 31
03

審査官 河合 俊英

- (56)参考文献 特開平11-154646(JP,A)
特開2008-146038(JP,A)
特開2008-071838(JP,A)
特開2008-311502(JP,A)
特開2007-294500(JP,A)
特開2006-303541(JP,A)
特開2010-199462(JP,A)
特開2008-065320(JP,A)
特開2010-153872(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3205
H01L 21/027
H01L 21/768