

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4373065号
(P4373065)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/82 (2006.01)

H O 1 L 21/82 W

H O 1 L 21/768 (2006.01)

H O 1 L 21/90 A

H O 1 L 21/3205 (2006.01)

H O 1 L 21/88 Z

H O 1 L 23/52 (2006.01)

H O 1 L 27/08 I O 2 D

H O 1 L 21/8234 (2006.01)

H O 1 L 27/04 D

請求項の数 19 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-274466 (P2002-274466)
 (22) 出願日 平成14年9月20日(2002.9.20)
 (65) 公開番号 特開2004-111771 (P2004-111771A)
 (43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)
 審査請求日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100080001
 弁理士 筒井 大和
 (72) 発明者 村田 知生
 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株
 式会社日立製作所 デバイス開発センタ内
 (72) 発明者 矢吹 忍
 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株
 式会社日立製作所 デバイス開発センタ内
 (72) 発明者 山下 毅雄
 東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株
 式会社日立製作所 デバイス開発センタ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 第1方向に延在し、互いに隣り合う第1および第2配線と、

(b) 前記第1配線と第1接続部を介して接続され、前記第1方向と直交する線上に沿って、前記第2配線と逆側の方向に延在し、前記第1接続部から前記第2配線の方向に突出した第1余剰部分を有する第3配線と、

(c) 前記第2配線と第2接続部を介して接続され、前記線上に沿って、前記第1配線と逆側の方向に延在し、前記第2接続部から前記第1配線の方向に突出した第2余剰部分を有する第4配線と、
 を配置する際、

(d) 前記第2接続部の中心を前記第2配線の中心から前記第1配線と逆側の方向にずらして配置し、

(e) 前記第2接続部の下部に前記第2配線の突出部を配置すること、
 を特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記第1配線の中心と前記第2配線の中心間は、配線を配置する際の単位距離であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記半導体装置の製造方法は、前記第3配線と平行に第5配線が配置されることを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記第 3 配線と前記第 5 配線との距離は、前記第 1 配線と前記第 2 配線間の距離より小さいことを特徴とする請求項 3 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記第 1 配線と前記第 2 配線間の距離は、最小加工寸法より大きいことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 余剰部分の幅は、

前記第 3 配線の中心と前記第 5 配線の中心との距離 P_1 と前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心との距離 P_0 との差 ($P_0 - P_1$) より小さく、

前記第 3 配線の中心と前記第 5 配線の中心との距離 P_1 と前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心との距離 P_0 との差の $1/2$ より大きい、
ことを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

(a) 第 1 方向に延在し、互いに隣り合う第 1 および第 2 配線を配置し、

(b) 前記第 1 配線と第 1 接続部を介して接続され、前記第 1 方向と直交する第 2 方向であって、前記第 2 配線と逆側の方向に延在し、前記第 1 接続部から前記第 2 配線の方向に突出した第 1 余剰部分を有する第 3 配線と、

(c) 前記第 2 配線と第 2 接続部を介して接続され、前記第 2 方向であって、前記第 1 配線と逆側の方向に延在し、前記第 2 接続部から前記第 1 配線の方向に突出した第 2 余剰部分を有する第 4 配線と、を配置し、

(d) 前記第 3 配線および第 4 配線が同一線上に位置し、前記第 1 の余剰部分と前記第 2 の余剰部分との距離が所定の距離以下であるか否かを判定し、

(e) 前記所定の距離以下である場合には、

(f) 前記第 2 接続部の中心を前記第 2 配線の中心から前記第 1 配線と逆側の方向にずらして配置し、

(g) 前記第 2 接続部の下部に前記第 2 配線の突出部を配置すること、
を特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心間は、配線を配置する際の単位距離であることを特徴とする請求項 7 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

前記半導体装置の製造方法は、前記第 3 配線と平行に第 5 配線が配置されることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】

前記第 3 配線と前記第 5 配線との距離は、前記第 1 配線と前記第 2 配線間の距離より小さいことを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 配線と前記第 2 配線間の距離は、最小加工寸法より大きいことを特徴とする請求項 9 または 10 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 12】

前記第 1 および第 2 余剰部分の幅は、

前記第 3 配線の中心と前記第 5 配線の中心との距離 P_1 と前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心との距離 P_0 との差 ($P_0 - P_1$) より小さく、

前記第 3 配線の中心と前記第 5 配線の中心との距離 P_1 と前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心との距離 P_0 との差の $1/2$ より大きい、
ことを特徴とする請求項 9 ~ 11 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 13】

(a) 第 1 方向に延在し、互いに隣り合う第 1 および第 2 配線と、

(b) 前記第 1 配線と第 1 接続部を介して接続され、前記第 1 方向と直交する第 2 方向

10

20

30

40

50

に沿って、前記第 2 配線と逆側の方向に延在し、前記第 1 接続部から前記第 2 配線の方向に突出した第 1 余剰部分を有する第 3 配線と、

(c) 前記第 2 配線と第 2 接続部を介して接続され、前記第 2 方向に沿って、前記第 1 配線と逆側の方向に延在し、前記第 2 接続部から前記第 1 配線の方向に突出した第 2 余剰部分を有する第 4 配線と、

を有する半導体装置であって、

(d) 前記第 2 接続部は、その中心が前記第 2 配線の中心から前記第 1 配線と逆側の方向にずれて形成され、

(e) 前記第 2 接続部の下部には、前記第 2 配線の突出部が形成されていること、を特徴とする半導体装置。

10

【請求項 1 4】

前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心間の距離は、配線を配置する際の単位距離であることを特徴とする請求項 1 3 記載の半導体装置。

【請求項 1 5】

前記半導体装置は、前記第 3 配線と平行に形成された第 5 配線を有することを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載の半導体装置。

【請求項 1 6】

前記第 3 配線と前記第 5 配線との距離は、前記第 1 配線と前記第 2 配線間の距離より小さいことを特徴とする請求項 1 5 記載の半導体装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 配線と前記第 2 配線間の距離は、最小加工寸法より大きいことを特徴とする請求項 1 5 または 1 6 記載の半導体装置。

20

【請求項 1 8】

前記第 1 および第 2 余剰部分の幅は、

前記第 3 配線の中心と前記第 5 配線の中心との距離 P_1 と前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心との距離 P_0 との差 $(P_0 - P_1)$ より小さく、

前記第 3 配線の中心と前記第 5 配線の中心との距離 P_1 と前記第 1 配線の中心と前記第 2 配線の中心との距離 P_0 との差の $1/2$ より大きい、

ことを特徴とする請求項 1 5 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 1 9】

30

(a) 第 1 方向に延在し、少なくとも 1 つ以上の突出部を有する第 1 配線と、

(b) 前記第 1 配線と第 1 接続部を介して接続され、前記第 1 接続部から前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿って延在し、且つ、前記第 2 方向と逆方向に前記第 1 接続部から突出した第 1 余剰部分を有する第 2 配線と、

(c) 前記第 1 配線と第 2 接続部を介して接続され、前記第 2 接続部から前記第 1 方向と直交する第 2 方向に沿って延在し、且つ、前記第 2 方向と逆方向に前記第 2 接続部から突出した第 2 余剰部分を有する第 3 配線と、

を有する半導体装置であって、

前記第 1 接続部は前記第 1 配線上に形成され、前記第 2 接続部は前記第 1 配線上および前記突出部上に形成されていることを特徴とする半導体装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置およびその製造技術に関し、特に、異層間の配線の接続部に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子と配線間、または異なる層の配線間には、接続孔内に形成された導電性膜によって接続される。

【0003】

50

しかしながら、半導体装置の微細化に伴い、以下に示す理由により、リザーバと呼ばれる部位を接続部上の上層配線に設ける技術が検討されている。

【0004】

このリザーバとは、配線の一部であって、主たる電流経路となる配線部から突出した突出部（余剰部分、余裕部分）をいう。

【0005】

このリザーバの部分は、電流経路としては不要な部分であるが、エレクトロマイグレーション（EM）耐性を向上させるために形成される。

【0006】

このエレクトロマイグレーションとは、上層配線と下層配線間に接続部を介して電流が流れる際、配線や接続部を構成する金属原子が移動する現象をいい、その結果、配線や接続部内にボイド（空孔）が生じ、断線や接続抵抗の上昇などの接続不良を起こす。

【0007】

しかしながら、リザーバが存在すると、リザーバが金属原子の供給源となってボイドの発生率を低減し、エレクトロマイグレーション耐性を向上させることができる。

【0008】

また、リザーバが存在することにより、配線と接続部のパターンの合わせ余裕を確保でき、マスクずれが生じた場合であっても配線と接続部との導通を図ることができる。

【0009】

例えば、下記特許文献1（特開2001-44196号公報）には、配線の一部または下部に金属のリザーバ5aを設けることで、エレクトロマイグレーションによるボイドの発生を抑制する技術が開示されている。

【0010】

また、例えば、下記特許文献2（特開平11-186433号公報）には、エレクトロマイグレーション（EM）耐性を向上させるリザーバ部についての記載がある。

【0011】

【特許文献1】

特開2001-44196号公報

【0012】

【特許文献2】

特開平11-186433号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は、半導体装置の研究・開発に従事しており、リザーバ部を設けることでEM耐性を向上させることを検討している。

【0014】

一方、各層の配線やこれらの間の接続部のパターンは、例えば、自動配線ツール（CAD（computer aided design）システム）を用いて配置（レイアウト）される。この際、配線や接続部のパターンが、高密度に配置されるよう最適化される。

【0015】

しかしながら、リザーバを設けない場合には配線エラーとならないレイアウトにおいて、リザーバを設けた場合には、配線ルールエラー（バイオレーション）となり、追って詳細に説明するように配線効率（配線の実装効率）が低下するといった問題が生じた。

【0016】

本発明の目的は、配線の実装効率を向上することにある。また、配線間の接続精度を向上することにある。

【0017】

また、本発明の他の目的は、半導体装置の微細化もしくは高密度化を図ることにある。また、半導体装置の高性能化を図ることにある。

【0018】

10

20

30

40

50

本発明の目的ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【 0 0 2 0 】

(1) 本発明の半導体装置の製造方法は、(a) 第 1 方向に延在する第 1 配線と、(b) 前記第 1 配線と接続部を介して接続され、前記第 1 方向と直交する第 2 方向に延在する第 2 配線であって、前記接続部から前記第 2 方向と逆向きの方向に突出した余剰部分を有する第 2 配線と、を配置する際、(c) 前記接続部の中心を前記第 1 配線の中心から前記第 2 方向にずらして配置し、(d) 前記接続部の下部に前記第 1 配線の突出部を配置するものである。

10

【 0 0 2 1 】

(2) 本発明の半導体装置は、(a) 第 1 方向に延在する第 1 配線と、(b) 前記第 1 配線と接続部を介して接続され、前記第 1 方向と直交する第 2 方向に延在する第 2 配線であって、前記第 2 方向と逆向きの方向に突出した第 1 余剰部分を有する第 2 配線と、を有する半導体装置であって、(c) 前記接続部は、その中心が前記第 1 配線の中心から前記第 2 方向にずれて形成され、(d) 前記接続部の下部には、前記前記第 1 配線の突出部が形成されているものである。

20

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【 0 0 2 3 】

(実施の形態 1)

本実施の形態の半導体装置の配線等の配置方法を図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、第 0 層配線 M 0 a、M 0 b、第 1 層配線 M 1 a ~ M 1 e および第 0 層配線と第 1 層配線との接続部 T H 0 a、T H 0 b 等の平面パターンを示す平面図である。また、図 2 は、図 1 のレイアウトのうち、第 0 層配線 M 0 a、M 0 b の平面パターンを示す図であり、図 3 は、図 1 の A - A ' 部に対応する要部断面図である。なお、配線間には、層間絶縁膜が存在する。

30

【 0 0 2 5 】

図 1 ~ 図 3 を参照しながら、本実施の形態の半導体装置の配線等の配置状態を示す。

【 0 0 2 6 】

第 0 層配線 M 0 a および M 0 b は、Y 方向に延在するグリッド (レイアウトライン、チャネル) y 1、y 2 に沿って配置されている。このグリッドとは、X 方向もしくは Y 方向に等間隔で規定されたライン (格子) であり、各層の最小配線間隔を規定するものである。

40

【 0 0 2 7 】

また、第 1 層配線 M 1 a および M 1 b は、それぞれ第 0 層配線 M 0 a および M 0 b と接続部 T H 0 a および T H 0 b を介して電氣的に接続されている。この第 1 層配線 M 1 a および M 1 b は、X 方向に延在するグリッド x 1 に沿って配置されている。

【 0 0 2 8 】

即ち、第 1 層配線 M 1 a は、接続部 T H 0 a 上から図中の左側 (M 0 b と逆側の方向) に延在し、第 1 層配線 M 1 b は、接続部 T H 0 b 上から図中の右側 (M 0 a と逆側の方向) に延在する。

【 0 0 2 9 】

また、第 1 層配線 M 1 a は、接続部 T H 0 a 上から図中の右側に突出したリザーバ (余剰

50

部分、余裕部分) R_a を有し、第1層配線 $M1b$ は、接続部 $TH0b$ 上から図中の左側に突出したりザーバ Rb を有する。

【0030】

また、距離 $P0$ (拡散ピッチ) は、グリッド $y1$ と $y2$ 間の距離である。即ち、第0層配線 $M0$ 間のスペース $S0$ と第0層配線の幅 $W0$ との和である。また、距離 $P1$ は、グリッド $x2$ と $x3$ ($x1$ と $x2$) 間距離で、第1層配線間のスペース $S1$ と第1層配線の幅 $W1$ との和である。この距離 $P0$ と $P1$ は、 $P1 < P0$ の関係にある。

【0031】

図7は、第0層配線 $M0$ の下層に $MISFET$ (Metal Insulator Semiconductor Field Effect Transistor) を形成した場合の要部断面図であり、図8は、第0層配線 $M0$ と $MISFET$ のゲート電極 FG とのパターンの関係を示す平面図である。図8の $B-B'$ 方向の断面が図7に対応している。

10

【0032】

例えば、図7および図8に示すように、第0層配線 $M0$ の下層に $MISFET$ が形成され、第0層配線 $M0$ 間にゲート電極 FG を Y 方向に配置し、 $MISFET$ のソース、ドレイン領域 S/D と第0層配線 $M0$ とを接続部 $LCNT$ を介して接続する場合、ゲート電極 FG と接続部 $LCNT$ とのショート(短絡)を防止するため、これらの間にある程度の余裕を設ける必要がある。 $MISFET$ の微細化は進んでいるが、第0層配線 $M0$ の間隔を最小加工寸法(配線幅 = 配線間隔 = F) とすることができない場合が多い。これに対して、第1層配線 $M1$ は、下層の素子等のレイアウトの影響を受けないため、最小加工寸法で配置することが可能となる。

20

【0033】

このように、第0層配線間(グリッド y 間)が第1層配線間(グリッド x 間)より大きくなる($P1 < P0$) 場合が多い。

【0034】

図7に各部位の寸法の一例を示す。図7に示すように、 $P0$ は、 $0.42 \mu m$ 、 $S0$ は、 $0.24 \mu m$ 、 $W0$ は、 $0.18 \mu m$ で、リザーバ長 $Lres$ は、 $0.06 \mu m$ である。リザーバ長とは、接続部 $TH0$ のリザーバ側の端部からリザーバの端部までの距離をいう。また、 $S1$ および $W1$ は、例えば $0.18 \mu m$ で、 $P1$ は、 $0.36 \mu m$ である。また、図7に示すように、第1層配線 $M1$ の上部には、層間絶縁膜を介して第0層配線 $M0$ と同じ方向(Y 方向)に延在する第2層配線 $M2$ を配置してもよく、この第2層配線 $M2$ の幅および間隔は、例えば $0.18 \mu m$ で、この数値は、例えば、配線間に許容される最小の寸法である。第1層配線 $M1$ と第2層配線 $M2$ は、例えば接続部 $TH1$ を介して接続される。

30

【0035】

なお、図7においては、 $MISFET$ のソース、ドレイン領域 S/D と第0層配線 $M0$ とを接続部 $LCNT$ を介して接続しているが、図38に示すように、ゲート電極 FG を第0層配線 $M0$ と接続部 $LCNT$ を介して接続してもよい。ゲート電極上の接続部を $FCNT$ と示す場合もあるが、便宜上ここでは $LCNT$ と示す。

【0036】

40

図38の左図は、ゲート電極 FG に突出部(配線部)を設け、この突出部を接続部 $LCNT$ を介して第0層配線 $M0$ と接続する場合であり、図38の右図は、ゲート電極 FG 上に接続部 $LCNT$ を設け、さらにその上部に第0層配線 $M0$ を配置した場合である。

【0037】

このように、第0層配線 $M0$ は、 $MISFET$ のソース、ドレイン領域 S/D 上のみならず、ゲート電極 FG 上に配置されることもある。このように配置することで、ゲート電極 FG への給電経路を短縮することができる。

【0038】

ここで、図1等 に示すように、第0層配線 $M0b$ 上の接続部 $TH0b$ は、その中心がグリッド $y2$ と $x1$ の交点からから距離 $L1$ (図7の場合、 $0.06 \mu m$) だけ右側にずれて

50

いる。一方、第0層配線M0a上の接続部TH0aは、その中心がグリッドx1とy1の交点にある(図1)。

【0039】

また、第0層配線M0b上の接続部TH0b下には、第0層配線M0bのノッチ(突出部、幅広部)Nbが形成されている(図2参照)。すなわち、接続部TH0bは第0層配線M0b上およびノッチNb上に位置し、第1配線層M1bと接続するように形成されている。このノッチNbのX方向の長さは、距離L1と同じとすることが好ましい。例えば、図7においては、 $0.06\mu\text{m}$ である。なお、第0層配線M0は、配線間に許容される最小の寸法以上の間隔をおいて配置されているため、ノッチを設けても必要な配線間隔は確保することができる。

10

【0040】

このように、本実施の形態においては、隣合うグリッド上に配置された第0層配線上に、同一線上に互いに逆方向に延在する第1層配線を配置する際、第0層配線上の接続部をその上部の第1層配線が延在する方向にずらして配置し、さらに、ずらした接続部下の第0層配線にノッチを設けた。

【0041】

その結果、第1層配線にリザーバを設けた場合であっても、リザーバRaとRbもしくはRdとReのような各リザーバ間の間隔を確保できる。すなわち、同一グリッド上に配置された第1層配線のX方向の間隔を確保できるため配線密度を高めることが可能となり、配線の実装効率を向上させることができる。

20

【0042】

例えば、図4に示すように、第0層配線M0b上の接続部TH0bの中心を、グリッドy2とx1の交点に配置した場合には、第1層配線のX方向の間隔が、図1の場合より小さくなり、この間が規定の距離以下となると配線ルールエラー(space error)となる。図5は、図4のレイアウトのうち、第0層配線M0a、M0bの平面パターンを示す図であり、図6は、図4のC-C'部に対応する要部断面図である。

【0043】

配線ルールエラーが生じた場合には、第1層配線M1bは、他のグリッド、例えば、グリッドx2に移動(move)せざるを得ない(図4)。これに伴って、第1層配線M1cは、グリッドx2を避けて配置せざるを得なくなり、配線配置の自由度が大きく失われる。たとえばこの場合、他のグリッド(例えばグリッドx3)上に移動するというような手段をとらなければならない、これらの配線(M1a~M1c)の配置に必要なグリッド数の増大を招き、実効面積が大きくなる。即ち、配線の実効効率が低下する。

30

【0044】

これに対し、本実施の形態の配線等の配置方法によれば、前述した通り、リザーバを設けた場合であっても、第1層配線M1cの領域を、グリッドx2上に確保することができる。すなわち、同一グリッド上に配置された第1層配線のX方向の間隔を確保できるため、Y方向で隣り合うグリッドに第1層配線M1cのような他の配線(Another net)を配置することが可能となる。これにより配線の自由度を向上させることができ、また、配線の密度・実装効率を向上させることができる。その結果、半導体装置の微細化(チップの縮小化)や高集積化を図ることができる。この第1層配線M1c(Another net)は、第0層配線M0a、M0bには接続されない配線で、例えばX方向に離隔して配置されている他の第0層配線M0又はX方向に離隔した位置で、第1層配線M1の上層の第2層配線M2に電氣的に接続される。

40

【0045】

追って詳細に説明するが、半導体装置は、複数の素子間が多層の配線で接続されており、例えば、単位セル当たり1グリッドのセル面積の縮小化であっても、半導体装置全体においては、大きな効果を得ることができる。

【0046】

また、各素子間を接続する配線の長さを短縮でき、半導体装置の高速駆動を実現できる。

50

また、配線の長さを短縮することにより、配線抵抗を小さくでき、半導体装置の低消費電力化を図ることができる。このように、半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

【0047】

また、図1等にした通り、接続部TH0a、TH0b上の第1層配線M1a、M1bに、リザーバRa、Rbを設けたので、配線や接続部を構成する金属原子が移動しても、リザーバが金属原子の供給源となってボイドの発生率を低減し、エレクトロマイグレーション(EM)耐性を向上させる。また、配線と接続部のパターンの合わせ余裕を確保でき、マスクずれが生じた場合であっても配線と接続部との導通を図ることができる。このように、配線間の接続精度を向上することができ、半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

10

【0048】

次に、リザーバ長Lresについて説明する。リザーバ長は、EM耐性の向上のためにはできるだけ長い方が好ましいが、あまり長くすると、配線の実装効率が低下してしまう。図9は、リザーバ長Lresと接続部THの配置率との関係を示す図表である。

【0049】

例えば、図9に示すように、Y方向に並んで延在する6つの第0層配線M0上に、接続部THを介して第1層配線M1を配置する場合を考える。

【0050】

ケース1に示すように、リザーバ長Lresを、距離P0と距離P1との差の1/2以下($Lres \leq (P0 - P1) / 2$)とした場合、同じグリッドx上に並んで接続部THを配置することが可能である。即ち、接続部配置率(TH配置率)は、100%となる。なお、第0層配線M0、第1層配線M1と接続部THの配線幅は同じで、この幅および第1層配線M1間、最小加工寸法であるとする。

20

【0051】

ケース2に示すように、リザーバ長Lresを、距離P0と距離P1との差の1/2より大きく、距離P0と距離P1との差以下($(P0 - P1) / 2 < Lres \leq (P0 - P1)$)とした場合、同じグリッドx上の各グリッドyとの交点には、接続部THは連続して3つしか配置できなくなり、次のグリッドy上には配置することができない。このケース2をケース1と比較すると、その接続部配置率(TH配置率)は75%となる。なお、この場合第0層配線M0と接続部THの中心をずらす必要がある。しかしながら、ケース1と比較してリザーバ長を長くできるため、EM耐性を向上することが可能となり、配線の信頼性を高めることができる。

30

【0052】

ケース3に示すように、リザーバ長Lresを、距離P0と距離P1との差より大きく、距離P0と距離P1との差の2倍以下($(P0 - P1) < Lres \leq 2(P0 - P1)$)とした場合、配線のEM耐性を向上することができるが、同じグリッドx上の各グリッドyとの交点には、接続部THは連続して2つしか配置できなくなり、次のグリッドy上には配置することができない。その結果、ケース1と比較すると接続部配置率は66.7%となる。なお、この場合も第0層配線M0と接続部THの中心をずらす必要がある。

【0053】

なお、リザーバ長Lresを、距離P0と距離P1との差の1/2より大きく($(P0 - P1) / 2 < Lres$)し、第0層配線M0と接続部THの中心をずらさない場合は、接続部配置率は、50%となる。

40

【0054】

従って、ケース1~3のいずれの場合も、接続部配置率が向上するが、ケース1の場合には、リザーバ長が相対的に短いためEM耐性が低下する。また、ケース3の場合には、配線の中心部と接続部とのずれが大きくなるためノッチが大きくなり、配線配置の自由度が大きく失われる。よって、同一グリッドxを避けて第1層配線M1を配置せざるを得なくなり、配線の実効面積が劣化する恐れがある。また、配線経路が複雑となり、信号伝達の遅延を引き起こす恐れがある。

50

【 0 0 5 5 】

従って、ケース 2、即ち、リザーバ長 L_{res} としては、距離 P_0 と距離 P_1 との差の $1/2$ より大きく、距離 P_0 と距離 P_1 との差以下 $((P_0 - P_1)/2 < L_{res} < (P_0 + P_1))$ とするのが好ましいと考えられる。

【 0 0 5 6 】

また、リザーバ長 L_{res} の定義をケース 1 にした場合においても、第 0 層配線 M_0 にノッチ N を設け、接続部 TH の配置を第 0 層配線 M_0 の中心とずらして形成してもよい。すなわち、ケース 2 およびケース 3 のようにノッチ N を設け、そのノッチ N 上に接続部 TH を形成することが可能である。同様にリザーバ長 L_{res} の定義をケース 2 にした場合においても、ケース 3 のようなより長いノッチ N 上に接続部 TH を形成することも可能である。

10

【 0 0 5 7 】

また、これらのケース 1 ~ 3 を各配線層の配線密度の程度によってそれぞれ組み合わせて用いてもよい。すなわち、配線を密に配置する必要が無いとき、もしくは、配線の信頼性を確保したい場合には、ケース 3 の方式に従って配置されている配線領域があってもよいし、逆に配線密度を高くして配置しなければならない場合にはケース 1 の方式(リザーバ長定義と配置方法)を用いてもよい。

【 0 0 5 8 】

なお、前述の例では、例えば、グリッド x_1 上の接続部 TH_{0a} 、 TH_{0b} のうち、 TH_{0b} の中心を右側にずらしたが、 TH_{0a} の中心を左側にずらしてもよい。

20

【 0 0 5 9 】

このように、同じグリッド y 上に配置される第 1 層配線下の接続部のうち、その中心を左側にずらす場合の例を、第 1 層配線 M_{1d} 部を例に説明する(図 1 参照)。

【 0 0 6 0 】

即ち、グリッド x_3 に沿って配置される第 1 層配線 M_{1d} および M_{1e} は、それぞれ第 0 層配線 M_{0a} および M_{0b} と接続部 TH_{0d} および TH_{0e} を介して電氣的に接続されている。

【 0 0 6 1 】

即ち、第 1 層配線 M_{1d} は、接続部 TH_{0d} 上から図中の左側に延在し、第 1 層配線 M_{1e} は、接続部 TH_{0e} 上から図中の右側に延在する。

30

【 0 0 6 2 】

また、第 1 層配線 M_{1d} は、接続部 TH_{0d} 上から図中の右側に突出したリザーバ R_d を有し、第 1 層配線 M_{1e} は、接続部 TH_{0e} 上から図中の左側に突出したリザーバ R_e を有する。なお、距離 P_0 と P_1 は、 $P_1 < P_0$ の関係にある。

【 0 0 6 3 】

ここで、第 0 層配線 M_{0b} 上の接続部 TH_{0d} は、その中心がグリッド y_1 と x_3 の交点から距離 L_1 だけ左側にずれている。一方、第 0 層配線 M_{0a} 上の接続部 TH_{0e} は、その中心がグリッド y_2 と x_3 の交点にある。

【 0 0 6 4 】

また、第 0 層配線 M_{0a} 上の接続部 TH_{0d} 下には、第 0 層配線 M_{0a} のノッチ N_d が形成されている(図 2 参照)。なお、第 0 層配線 M_0 は、最小加工寸法で配置されていないため、ノッチを設けても必要な配線間隔は確保することができる。

40

【 0 0 6 5 】

このように、接続部 TH_{0d} の中心を左側にずらし、第 0 層配線 M_{0a} に、ノッチ N_d を設けたので、第 1 層配線 (M_{1d} 、 M_{1e}) にリザーバ R_d 、 R_e を設けた場合であっても、これらの X 方向の間隔を確保でき、配線の実装効率を向上させることができる。

【 0 0 6 6 】

(実施の形態 2)

半導体装置は、コンピュータを利用し設計される(CAD)。CAD は、LSI (Large Scale Integrated Circuit) を短期間に開発するためには必要不可欠なものとなっている

50

。このC A Dに使用するコンピュータシステム（C A Dシステム）は、C A Dツール群により構成され、各設計工程に応じて種々のC A Dツールが使用される。言い換えれば、C A Dツールは、特定目的用に開発されたソフトウェアである。

【 0 0 6 7 】

従って、実施の形態 1 で説明した配線もC A Dツールを用いて自動的に配置することが可能である。

【 0 0 6 8 】

以下、本実施の形態においては、実施の形態 1 で説明した配線のレイアウトを実現するためのC A Dツール（自動配置配線ツール）について説明する。なお、本実施の形態のC A Dツールを用いて配置される配線等の形状等は、実施の形態 1 において図 1 等を参照しながら説明したレイアウトと同様であり、ここでは、その詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 6 9 】

実施の形態 1 で説明したように、配線のレイアウトには種々の条件がある。a) 第 0 層配線 M 0 は、グリッド y 上に配置する。b) 第 1 層配線 M 1 は、グリッド x 上に配置する。c) 第 0 層配線と第 1 層配線との接続部 T H 0 は、グリッド x とグリッド y の交点に配置する。d) 第 1 層配線 M 1 には、リザーバを設ける。

【 0 0 7 0 】

(1) まず、第 0 層配線 M 0 上に接続部 T H 0 および第 1 層配線 M 1 を配置するモデル（M 0 モデル）について図 1 0 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 1 】

20

第 0 層配線 M 0 a、M 0 b は、本 C A D ツールの前段階の工程で最適配置されているものとする。

【 0 0 7 2 】

この第 0 層配線 M 0 a、M 0 b に、第 1 層配線 M 1 a、M 1 b を最適配置する。ここでは、リザーバ長を考慮せず配置する。

【 0 0 7 3 】

次いで、接続部 T H 0 a、T H 0 b を第 0 層配線 M 0 と第 1 層配線 M 1 との交点に配置する。

【 0 0 7 4 】

次いで、第 1 層配線 M 1 にリザーバ R a、R b を追加し、これらの X 方向の距離が所定の長さ以上であるかどうかを判断する。所定の長さとは、例えば、配線間に許容される最小の寸法である。

30

【 0 0 7 5 】

所定の長さ以下の場合には、第 1 層配線 M 1 下のいずれか一方の接続部 T H 0 を第 1 層配線の延在方向にずらす。図 1 0 では、接続部 T H 0 b を右側に距離 L 1 だけずらしている。

【 0 0 7 6 】

さらに、ずらした接続部下に第 0 層配線 M 0 のノッチ N を追加する。図 1 0 では、第 0 層配線 M 0 b にノッチ N b を追加している。

【 0 0 7 7 】

40

なお、これらの工程を経ず、リザーバを含めた第 1 層配線 M 1 をその下部の接続部 T H 0 がグリッドの交点から第 1 層配線 M 1 が延在する方向にずれて配置することを許容するプログラムを用いて第 1 層配線 M 1 および接続部 T H 0 等を配置してもよい。

【 0 0 7 8 】

(2) 次に、第 0 層配線 M 0 上にずらして配置した接続部 T H 0 およびその上部の端子部 T（第 1 層配線 M 1 の一部）を規定しておき、端子部 T を起点に第 1 層配線を配置するモデル（M 1 モデル）について図 1 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 9 】

即ち、グリッド y 1、y 2 上に最適配置されている第 0 層配線 M 0 a、M 0 b 上の、グリッド x 1 との交点部の接続部 T H 0 のうち一方を、その中心が前記交点部から X 方向にず

50

れるよう配置する。図 1 1 では、接続部 T H 0 b を、距離 L 1 だけ右側にずらしてある。この接続部 T H 0 b 上に、接続部 T H 0 b の中心をずらした方向と逆側の方向にリザーバ R b を有する端子部 T b を配置する。さらに、ずらした端子部 T b 下の第 0 層配線 M 0 b にはノッチ N b を設ける。

【 0 0 8 0 】

また、他方の接続部 T H 0 a をグリッド x 1 との交点部に配置し、この接続部 T H 0 a 上に、接続部 T H 0 a 上から右側にリザーバ R a を有する端子部 T a を配置する。

【 0 0 8 1 】

この端子部 T a、T b の位置情報を基に、端子部 T からリザーバ R とは逆側の方向に第 1 層配線 M 1 が延在するよう第 1 層配線 M 1 を自動配置する。言い換えれば、端子部 T を起

10

点に第 1 層配線 M 1 を最適配置する。

【 0 0 8 2 】

この M 1 モデルにおいては、接続部 T H 0 (端子部 T) の位置があらかじめ限定されるため、場合によっては、前記 M 0 モデルより配線の実装効率が低下する恐れがある。

【 0 0 8 3 】

しかしながら、この M 1 モデルにおいては、第 1 層配線 M 1 の配置条件が少なくなり配線設計の T A T (turn around time) を短縮することができる。

【 0 0 8 4 】

即ち、M 0 モデルにおいては、第 0 層配線 M 0 に対する接続部 T H 0 およびその上部の第 1 層配線 M 1 の配置の組み合わせを網羅的に行いながら配線設計(実装)を行う必要があ

20

る。

【 0 0 8 5 】

例えば、図 1 に示した場合においても、第 0 層配線 M 0 上の 3 交点に接続部 T H 0 を配置することが可能であり、設計の自由度が大きい分、最適配置の確定に時間がかかる。特に、M 0 モデルにおいて、接続部 T H 0 をグリッドの交点に配置するという条件を外し、グリッドの交点からずれて配置することを許容する場合には、さらに、最適配置の確定に時間がかかる。

【 0 0 8 6 】

図 1 においては、グリッド 2 x 3 の領域を示したにすぎないが、実際は複数の素子(セル)間が多層の配線等で接続されており、これらの接続の組み合わせを網羅的に行いながら

30

配線設計を行うには、コンピュータの計算能力の向上が必要であり、また、計算時間も長くなる。

【 0 0 8 7 】

これに対し、M 1 モデルにおいては、配線設計の T A T を短縮することができ、また、一般的な C A D システムを用いることができる。

【 0 0 8 8 】

(実施の形態 3)

実施の形態 1 においては、隣り合う接続部 T H 0 a、T H 0 b のうち接続部 T H 0 a のみをずらして配置したが(図 1 参照)、隣り合う接続部 T H 0 a、T H 0 b をそれぞれ逆方向(離れる方向)にずらしても良い。

40

【 0 0 8 9 】

本実施の形態の半導体装置の配線等の配置方法を図面を参照しながら説明する。なお、接続部および第 1 層配線の配置位置等を除いては、実施の形態 1 と同様であるため対応する部位に同符号を付し、異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【 0 0 9 0 】

図 1 2 は、第 0 層配線 M 0 a、M 0 b、第 1 層配線 M 1 a ~ M 1 e および第 0 層配線と第 1 層配線との接続部 T H 0 a、T H 0 b 等の平面パターンを示す平面図である。また、図 1 3 は、図 1 2 のレイアウトのうち、第 0 層配線 M 0 a、M 0 b の平面パターンを示す図であり、図 1 4 は、図 1 2 の D - D ' 部に対応する要部断面図である。

【 0 0 9 1 】

50

図 1 2 ~ 図 1 4 を参照しながら、本実施の形態の半導体装置の配線等の配置状態を説明する。

【 0 0 9 2 】

第 0 層配線 M 0 a および M 0 b は、グリッド y 1、y 2 に沿って配置され、グリッド x 1 に沿って配置されている第 1 層配線 M 1 a および M 1 b と、接続部 T H 0 a および T H 0 b を介して電氣的に接続されている。

【 0 0 9 3 】

即ち、第 1 層配線 M 1 a は、接続部 T H 0 a 上から図中の左側に延在し、第 1 層配線 M 1 b は、接続部 T H 0 b 上から図中の右側に延在する。

【 0 0 9 4 】

また、第 1 層配線 M 1 a は、接続部 T H 0 a 上から図中の右側に突出したリザーバ R a を有し、第 1 層配線 M 1 b は、接続部 T H 0 b 上から図中の左側に突出したリザーバ R b を有する。

【 0 0 9 5 】

また、距離 P 0 は、グリッド y 1 と y 2 間の距離で、第 0 層配線間のスペース S 0 と第 0 層配線の幅 W 0 との和である。また、距離 P 1 は、グリッド x 1 と x 2 間距離で、第 1 層配線間のスペース S 1 と第 1 層配線の幅 W 1 との和である。この距離 P 1 と P 0 は、 $P 1 < P 0$ の関係にある。

【 0 0 9 6 】

実施の形態 1 で説明したように、第 0 層配線 M 0 の下層に、ゲート電極 F G が Y 方向に配置される場合には、 $P 1 < P 0$ の関係となることが多い。

【 0 0 9 7 】

図 1 5 に、第 0 層配線 M 0 と M I S F E T のゲート電極 F G とのパターンの関係を示す。図 1 6 に、第 0 層配線 M 0 の下層に M I S F E T を形成した場合の要部断面図を示す。図 1 5 の E - E ' 方向の断面が図 1 6 に対応している。

【 0 0 9 8 】

図 1 6 に示すように、例えば、P 0 は、 $0.42 \mu\text{m}$ 、S 0 は、 $0.24 \mu\text{m}$ 、W 0 は、 $0.18 \mu\text{m}$ で、リザーバ長 L r e s は、 $0.06 \mu\text{m}$ である。また、S 1 および W 1 は、 $0.18 \mu\text{m}$ で、P 1 は、 $0.36 \mu\text{m}$ である。また、第 2 層配線 M 2 の幅および間隔は、 $0.18 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 9 9 】

ここで、図 1 2 等に示すように、第 0 層配線 M 0 b 上の接続部 T H 0 b は、その中心がグリッド y 2 と x 1 の交点から距離 L 2 だけ右側にずれている。また、第 0 層配線 M 0 a 上の接続部 T H 0 a は、その中心がグリッド y 1 と x 1 の交点から距離 L 2 だけ左側にずれている。距離 L 2 は、例えば $0.03 \mu\text{m}$ である (図 1 6)。

【 0 1 0 0 】

また、第 0 層配線 M 0 a 上の接続部 T H 0 a 下には、第 0 層配線 M 0 a のノッチ N a が形成され、第 0 層配線 M 0 b 上の接続部 T H 0 b 下には、第 0 層配線 M 0 b のノッチ N b が形成されている (図 1 3 参照)。このノッチ N a、N b の長さは、距離 L 2 と同じとすることが好ましい。図 1 6 においては、例えば $0.03 \mu\text{m}$ である。なお、第 0 層配線 M 0 は、配線間に許容される最小の寸法以上の間隔をおいて配置されているため、ノッチを設けても必要な配線間隔は確保することができる。

【 0 1 0 1 】

このように、本実施の形態においては、隣り合うグリッド上に配置された第 0 層配線上に、同一のグリッド上に互いに逆方向に延在する第 1 層配線を配置する際、第 0 層配線上の 2 つの接続部を、その上部の第 1 層配線が延在する方向にそれぞれずらして配置し、さらに、ずらした接続部下の第 0 層配線にノッチを設けた。

【 0 1 0 2 】

その結果、第 1 層配線にリザーバを設けた場合であっても、これら第 1 層配線の X 方向の間隔を確保でき、配線の実装効率を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0103】

また、同一グリッド上に配置された第1層配線のX方向の間隔を確保できるため、Y方向で隣り合うグリッドに第1層配線M1cのような他の配線を配置することが可能となる。これにより配線の自由度を向上させることができ、配線の密度・実装効率を向上させることができる。

【0104】

また、各素子間を接続する配線の長さを短縮でき、半導体装置の駆動の高速化、低消費電力化を図ることができ、半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

【0105】

また、リザーバを設けることによりEM耐性を向上させ、また、配線と接続部のパターンの合わせ余裕を確保できる。このように、半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

10

【0106】

また、本実施の形態においても、図9に示すケース1～3を実施の形態1と同様に、各配線層の配線密度の程度によってそれぞれ組み合わせて用いてもよい。

【0107】

また、後述の実施の形態4の(3-3)で説明を加えるが、配線レイアウトを最適化するため、リザーバ長 L_{res} を、距離 P_0 と距離 P_1 との差の $1/2$ より大きく、距離 P_0 と距離 P_1 との差以下 $((P_0 - P_1) / 2 < L_{res} < (P_0 - P_1))$ とするのがより好ましい。

20

【0108】

なお、第1層配線M1dおよびM1eは、それぞれ第0層配線M0aおよびM0bと接続部TH0dおよびTH0eを介して電氣的に接続され、これらの接続部も、接続部TH0aおよびTH0bと同様、それぞれ逆方向(離れる方向)にずれて配置されている(図12)。

【0109】

(実施の形態4)

本実施の形態においては、実施の形態3で説明した配線のレイアウトを実現するためのCADツールについて説明する。なお、本実施の形態のCADツールを用いて配置される配線等の形状等は、実施の形態3において図12等を参照しながら説明したレイアウトと同様であり、ここでは、その詳細な説明を省略する。

30

【0110】

(1) 第0層配線M0上に接続部TH0および第1層配線M1を配置するモデル(M0モデル)について図17を参照しながら説明する。

【0111】

第0層配線M0a、M0bは、本CADツールの前段階の工程で最適配置されているものとする。

【0112】

この第0層配線M0a、M0bに、第1層配線M1a、M1bを最適配置する。ここでは、リザーバ長を考慮せず配置する。

40

【0113】

次いで、接続部TH0a、TH0bを第0層配線M0と第1層配線M1との交点に配置する。

【0114】

次いで、第1層配線M1にリザーバRa、Rbを追加し、これらの間のX方向の距離が所定の長さ(配線間に許容される最小の寸法)以上であるかどうかを判断する。

【0115】

所定の長さ以下の場合には、第1層配線M1下の両方の接続部TH0a、TH0bをその上部の第1層配線M1の延在方向にそれぞれ距離L2だけずらす。即ち、隣り合う接続部をそれぞれ逆方向(離れる方向)に距離L2ずつずらす。

50

【 0 1 1 6 】

さらに、ずらした接続部下の第 0 層配線 M 0 にノッチ N a、N bを追加する。

【 0 1 1 7 】

なお、これらの工程を経ず、リザーバを含めた第 1 層配線 M 1 をその下部の接続部 T H 0 がグリッドの交点から第 1 層配線 M 1 が延在する方向にずれて配置することを許容するプログラムを用いて第 1 層配線 M 1 および接続部 T H 0 等を配置してもよい。

【 0 1 1 8 】

(2) 次に、第 0 層配線 M 0 上にずらして配置した接続部 T H 0 およびその上部の端子部 T (第 1 層配線 M 1 の一部) を規定しておき、端子部 T を起点に第 1 層配線を配置するモデル (M 1 モデル) について図 1 8 を参照しながら説明する。

10

【 0 1 1 9 】

即ち、グリッド y 1、y 2 上に最適配置されている第 0 層配線 M 0 a、M 0 b 上の、グリッド x 1 との交点部に接続部 T H 0 a、T H 0 b を、その中心が前記交点部からそれぞれ左側、右側にずれるよう配置する。この接続部 T H 0 上に、接続部 T H 0 をずらした方向と逆側の方向にリザーバ R a、R b を有する端子部 T a、T b を配置する。さらに、ずらした端子部 T a、T b 下の第 0 層配線 M 0 a、M 0 b にはノッチ N a、N b を設ける。

【 0 1 2 0 】

この端子部 T a、T b の位置情報を基に、端子部 T から前記リザーバ R とは逆側の方向に第 1 層配線 M 1 が延在するよう第 1 層配線 M 1 を自動配置する。言い換えれば、端子部 T を起点に第 1 層配線 M 1 を最適配置する。

20

【 0 1 2 1 】

この M 1 モデルにおいても、実施の形態 2 で説明した M 1 モデルと同様に、第 1 層配線 M 1 の配置条件が少なくなり配線設計の T A T を短縮することができる。また、一般的な C A D システムを用いることができる。

【 0 1 2 2 】

(3) また、本実施の形態の M 0 モデルにおいて、図 1 9 に示すように、グリッド y に沿って延在する第 0 層配線 M 0 の、グリッド x との交点の両側にノッチ N を設けた第 0 層配線を仮想的に配置し、その上部に接続部 T H 0 および第 1 層配線 M 1 を配置してもよい。即ち、図 1 9 に示すパターンを C A D ツールに、ライブラリ (データベース) として設定しておく。

30

【 0 1 2 3 】

(3 - 1) 次いで、例えば (1) で説明した M 0 モデルを用いて、第 1 層配線 M 1 および接続部 T H 0 を配置する。

【 0 1 2 4 】

即ち、まず、仮想的な第 0 層配線 M 0 のパターン上に第 1 層配線 M 1 を配置する。ここでは、リザーバ長を考慮せず配置する。

【 0 1 2 5 】

次いで、接続部 T H 0 を第 0 層配線 M 0 と第 1 層配線 M 1 との交点に配置する。

【 0 1 2 6 】

次いで、第 1 層配線 M 1 にリザーバを追加し、第 1 層配線 M 1 間の X 方向の距離が所定の長さ (配線間に許容される最小の寸法) 以上であるかどうかを判断する。

40

【 0 1 2 7 】

この所定の長さ以下の場合には、第 1 層配線 M 1 下の 2 つの接続部を互いに離れる方向にずらす。

【 0 1 2 8 】

次いで、接続部と仮想的な第 0 層配線 M 0 のパターンの重なった部分にノッチ N を有する第 0 層配線 M 0 のパターンを決定する。言い換えれば、仮想的な第 0 層配線 M 0 のパターンのノッチのうち、その上部に接続部が形成されたノッチ部のみを正規の (現実の) ノッチとする。

【 0 1 2 9 】

50

(3-2) また、仮想的にノッチNが設けられた第0層配線M0のパターン上に第1層配線M1を配置する際に、第1層配線M1の延在する方向と接続部TH0の配置されるグリッドx yの位置を決めておけば、接続部TH0の配置は自動的にノッチN上にずらされて配置される。

【0130】

具体的には実施の形態3で説明した図12に示すような配線レイアウトをする場合、グリッドx1とy1との交点に配置される接続部TH0aとグリッドx1とy2との交点に配置される接続部TH0bに、それぞれ接続部TH0aの左側および接続部TH0bの右側から、第1層配線M1aおよびM1bが接続されるとした場合、接続部TH0aは第1層配線M1aの延在する方向にずらされて形成され、接続部TH0bは第1層配線M1bの延在する方向にずらされて形成される。

10

【0131】

次いで、第1層配線M1にリザーバRaおよびRbを追加するが、接続部TH0aおよびTH0bは上記のようにずらされて形成されているため、リザーバRaとリザーバRb間で配線間隔が確保される。

【0132】

このようにレイアウトのルール(アルゴリズム)を設定しておけば、自動配線ツールで配線のレイアウトを行う場合に、配線エラーが無く、同一グリッド上に配置された第1層配線の間隔を確保できる配線を配置することが可能となる。

【0133】

(3-3) ここで、リザーバ長は図9に示すケース2を用いてレイアウトを行うことが好ましい。仮にケース3を用いた場合には、接続部TH0をずらす幅が大きくなるので、それに伴って第0層配線M0の両側に設けるノッチNの長さも大きくなり、第0層配線M0で配線エラーを起こしてしまう。すなわち、ケース3を用いると、第0層配線M0の両側に仮想のノッチNを設けることができないので、配線の自由度が失われることになる。これに対してケース2では、第0層配線M0の両側に仮想のノッチNを設けても配線エラーとなることがないので、配線のレイアウトにおいて自由度を高めることができる。

20

【0134】

このように、すべてのグリッドの交点にノッチを有する第0層配線を仮想的に配置することで、「第0層配線M0上に接続部TH0を配置する」という一般的な条件が既定された自動配置配線ツールを用いることができる。

30

【0135】

即ち、既存の自動配線ツールにおいては、下層配線のパターン上に接続部を配置できなければエラーとなるツールも少なくない。

【0136】

しかしながら、このようなライブラリを準備しておけば、接続部をいずれのグリッドの交点にずらして配置してもエラーとなることがなく、自動配線ツールの選択の幅が広がる。

【0137】

もちろん、その上部に接続部TH0が形成されるか否かに係わらず、第0層配線M0のパターンを図19に示すパターンとしても良い。図20は、この場合の第0層配線M0a、M0b、第1層配線M1a~M1eおよび第0層配線と第1層配線との接続部TH0a、TH0b等の平面パターンを示す平面図であり、図21は、図20のF-F'部に対応する要部断面図である。

40

【0138】

但し、この場合は、第0層配線M0のパターンが複雑化し、配線パターン形成におけるレジスト膜の解像が困難となる。また、配線領域が大きくなり、配線間容量が増加してしまう。

【0139】

従って、接続部TH0の下部にのみ第0層配線のノッチを設ける方が好ましい。

【0140】

50

なお、図 19 に示すパターンをライブラリ（データベース）として、実施の形態 2 で説明した配線の配置方法に用いてもよい。

【0141】

（実施の形態 5）

次に、鏡面配置された 2 入力 NAND セル（以下「2 NAND セル」という）に実施の形態 1 もしくは 2 で説明した配線の配置方法を適用した例について説明する。

【0142】

（1）まず、2 NAND セルの回路図を説明する。図 22 は、2 NAND セルの回路図であり、図示するように、入力端子 a1 は、p チャネル型 MISFET Qp1 および n チャネル型 MISFET Qn1 のゲート電極に接続され、入力端子 a2 は、p チャネル型 MISFET Qp2 および n チャネル型 MISFET Qn2 のゲート電極に接続されている。また、出力端子 zn と、電源電位（Vdd）との間には、p チャネル型 MISFET Qp1 および Qp2 が並列に接続され、出力端子 zn と、接地電位（基準電位、Vss）との間には、n チャネル型 MISFET Qn2 および Qn1 が順に直列に接続されている。

【0143】

（2）次いで、鏡面配置された 2 NAND セルの構造を製造方法に沿って説明する。

【0144】

図 23 ~ 図 27 は、2 NAND セルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図であり、図 28 は、平面図の G - G' 部に対応する断面図である。なお、図 27 に示すように、2 NAND セルは、セル領域 CA1 と CA2 に形成され、これらのセルは、セル領域を区画し、Y 方向に延在するラインに対し対称に配置（鏡面配置）される。

【0145】

図 23 および図 28 に示すように、半導体基板 1 中に形成された溝内に絶縁膜として例えば酸化シリコン膜を埋め込むことにより素子分離 3 を形成する。次いで、半導体基板 1 中に n 型不純物および p 型不純物を注入し、拡散させることにより n 型ウエル 5 および p 型ウエルを形成する。この n 型ウエル 5 の露出領域をアクティブ AcN と、また、p 型ウエルの露出領域をアクティブ AcP とする。

【0146】

次いで、半導体基板 1 上に導電性膜として例えば不純物をドーブした多結晶シリコン膜を堆積し、パターニングすることによりゲート電極 FG を形成する。このゲート電極 FG の内、FG1 および FG2 は、アクティブ AcN 上に、FG3 および FG4 は、アクティブ AcP 上に、Y 方向に延在する。FG1 は、Qp1 のゲート電極で、FG2 は、Qp2 のゲート電極である。また、FG3 は、Qn1 のゲート電極で、FG4 は、Qn2 のゲート電極である。また、FG1 と FG3 は、前記多結晶シリコン膜よりなる配線部により接続され、また、FG2 と FG4 も同様に接続される。

【0147】

次いで、ゲート電極 FG の両側の半導体基板 1（p 型ウエル）中に n 型不純物を注入し、n⁻型半導体領域を形成する。また、ゲート電極の両側の半導体基板 1（n 型ウエル）中に p 型不純物を注入し、p⁻型半導体領域 11 を形成する。

【0148】

次いで、ゲート電極 FG 上に絶縁膜として窒化シリコン膜を堆積し、異方的にエッチングすることによりゲート電極 FG の側壁にサイドウォール膜 SW を形成する。

【0149】

次いで、ゲート電極およびサイドウォール膜をマスクに、ゲート電極の両側の半導体基板 1（p 型ウエル）中に n 型不純物を注入し、n チャネル型 MISFET のソースおよびドレイン領域となる n⁺型半導体領域を形成する。また、ゲート電極の両側の半導体基板 1（n 型ウエル）中に p 型不純物を注入し、p チャネル型 MISFET のソースおよびドレイン領域となる p⁺型半導体領域 15 を形成する。

【0150】

次いで、半導体基板 1 上に高融点金属膜として例えばコバルト膜を堆積し、熱処理を加え

10

20

30

40

50

て半導体基板 1 を構成するシリコンと反応させることで、コバルト膜と半導体基板 1 およびゲート電極 F G との接触部にコバルトシリサイド膜 1 7 を形成する。

【 0 1 5 1 】

次いで、未反応のコバルト膜を除去し、半導体基板 1 上に絶縁膜として例えば酸化シリコン膜 1 9 を堆積する。

【 0 1 5 2 】

次いで、図 2 4 および図 2 8 に示すように、酸化シリコン膜 1 9 を選択的に除去することにより M I S F E T のソース、ドレイン領域上もしくはゲート電極上にコンタクトホール 2 1 を形成する。

【 0 1 5 3 】

次いで、コンタクトホール 2 1 内を含む酸化シリコン膜 1 9 上に、バリア膜として例えば T i N (窒化チタン) 膜を薄く堆積し、さらに、その上部に、導電性膜として W (タングステン) 膜をコンタクトホール 2 1 を埋め込む程度堆積する。

【 0 1 5 4 】

次いで、コンタクトホール 2 1 の外部の T i N 膜および W 膜を例えば C M P (Chemical Mechanical Polishing) 法により除去することにより接続部 (プラグ) L C N T を形成する。

【 0 1 5 5 】

次いで、図 2 5 および図 2 8 に示すように、酸化シリコン膜 1 9 上に例えば窒化シリコン膜を堆積し、さらに、その上部に酸化シリコン膜を堆積し、これらの積層膜よりなる配線溝用の絶縁膜 2 3 を形成する。この窒化シリコン膜は、配線溝を形成する際のエッチングストッパーとなる。

【 0 1 5 6 】

次いで、絶縁膜 2 3 を選択的に除去することにより配線溝 2 5 を形成する。次いで、配線溝 2 5 内を含む絶縁膜 2 3 上に、バリア膜として例えば T i N 膜、T a 膜、T a N 膜等の単層膜又はそれらを積層した積層膜を薄く堆積し、さらに、その上部に、導電性膜として W 膜又は銅 (C u) 膜を配線溝 2 5 を埋め込む程度堆積する。

【 0 1 5 7 】

次いで、配線溝 2 5 の外部のバリア膜および導電性膜を例えば C M P 法により除去することにより第 0 層配線 M 0 を形成する。

【 0 1 5 8 】

第 0 層配線 M 0 は、グリッド y に沿って Y 方向に形成される。但し、一部、X 方向に延在する部分もある。また、第 0 層配線 M 0 間にゲート電極 F G が位置する。平面図において破線でグリッドを示す。X 方向のグリッドをグリッド x、Y 方向のグリッドをグリッド y とする。

【 0 1 5 9 】

次いで、絶縁膜 2 3 上に例えば窒化シリコン膜および酸化シリコン膜の積層膜よりなる絶縁膜 2 7 を堆積する。

【 0 1 6 0 】

次いで、図 2 6 および図 2 8 に示すように、絶縁膜 2 7 を選択的に除去することによりコンタクトホール C 0 を形成する。次いで、コンタクトホール C 0 内を含む絶縁膜 2 7 上に、バリア膜として例えば T i N 膜を薄く堆積し、さらに、その上部に、導電性膜として W 膜をコンタクトホール C 0 を埋め込む程度堆積する。次いで、接続部 L C N T と同様に、コンタクトホール C 0 内に、T i N 膜および W 膜を埋め込むことにより接続部 T H 0 を形成する。

【 0 1 6 1 】

次いで、図 2 7 および図 2 8 に示すように、絶縁膜 2 7 上に、例えば窒化シリコン膜および酸化シリコン膜の積層膜よりなる絶縁膜 2 9 を堆積し、配線溝 2 5 と同様に、配線溝 3 1 を形成する。

【 0 1 6 2 】

10

20

30

40

50

次いで、配線溝 3 1 内を含む絶縁膜 2 9 上に、バリア膜として例えば T i N 膜を薄く堆積し、さらに、その上部に、導電性膜として C u (銅) 膜を例えばメッキ法やスパッタ法等を用いて配線溝 3 1 を埋め込む程度形成し、次いで、配線溝 3 1 の外部の T i N 膜および C u 膜を例えば C M P 法により除去することにより第 1 層配線 M 1 を形成する。

【 0 1 6 3 】

この第 1 層配線 M 1 は、図 2 7 に示すように、グリッド x 上に沿って X 方向に形成される。

【 0 1 6 4 】

ここで、第 1 層配線 M 1 の内、M 1 a は、入力端子 a 1 に対応し、M 1 b は、入力端子 a 2 に対応する。また、M 1 c は、出力端子 z n に対応する。なお、第 1 層配線 M 1 d には、電源電位 (V d d) が供給され、M 1 e には、接地電位 (V s s) が供給される。なお、第 0 層配線 M 0 の内、M 0 h は、n 型ウエル (A c N) の給電部と接続され、M 0 g は、p 型ウエル (A c P) の給電部と接続される。

10

【 0 1 6 5 】

ここで、セル領域 C A 2 の第 1 層配線 M 1 a は、第 0 層配線 M 0 a 上の接続部 T H 0 a 上から右方向すなわちセル境界領域から離れる方向に延在し、また、セル領域 C A 1 の第 1 層配線 M 1 a は、第 0 層配線 M 0 a 上の接続部 T H 0 a 上から左方向に延在し、これらの配線は、同じグリッド y 上に位置するように配置する。

【 0 1 6 6 】

そこで、セル領域 C A 2 の第 1 層配線 M 1 a 下の接続部 T H 0 a を第 0 層配線 M 0 a の中心から右方向すなわちセル境界領域から離れる方向にずらして配置 (右ずらし配置) し、また、セル領域 C A 1 の第 1 層配線 M 1 a 下の接続部 T H 0 a を第 0 層配線 M 0 a の中心から左方向にずらして (左ずらし配置) 配置する。なお、他の接続部 T H 0 は第 0 層配線 M 0 の中心に配置されている。

20

【 0 1 6 7 】

このようにセル領域 C A 2 の配置を設定することで、鏡面配置されたセル領域 C A 1 は、セル境界領域を境にセル領域 C A 2 を折り返した配置としてレイアウトされる。ここで、セル領域 C A 1 の接続部 T H 0 a は第 0 層配線 M 0 a の中心からセル境界領域から離れる方向にずらして配置されているため、セル領域 C A 2 の接続部 T H 0 a も第 0 層配線 M 0 a の中心からセル境界領域から離れる方向にずらされて配置される。

30

【 0 1 6 8 】

このように配置することにより第 1 層配線 M 1 a にリザーバ R を設けても、配線の X 方向の間隔を確保することができる。

【 0 1 6 9 】

この後、図 2 8 に示すように、絶縁膜 3 3 や 3 5 を堆積し、配線溝 3 7 中に第 2 層配線 M 2 を形成する。

【 0 1 7 0 】

図 1 7 および図 2 8 に示すセル構造は、例えば実施の形態 2 等で説明した M 1 モデルの自動配線配置によって実現することができる。

【 0 1 7 1 】

即ち、セル領域 C A 2 の接続部 T H 0 a をあらかじめ右にずらして配置し、セル領域 C A 1 の接続部 T H 0 a をあらかじめ左にずらして配置し、これらの上部にリザーバ R を接続部をずらした方向と逆方向に設定した端子部 T a を設け、セル領域 C A 1 を鏡面配置した後、これを起点に第 1 層配線 M 1 を最適配置する (図 2 7 参照) 。

40

【 0 1 7 2 】

また、M 0 モデルを用いて、第 1 層配線 M 1 下の接続部 T H 0 a が、セルの端部において、同一のグリッド x 上に隣り合うよう配置された場合、これらをそれぞれ逆方向 (離れる方向) にずらして配置し、リザーバ領域 R を確保することも可能である。

【 0 1 7 3 】

(実施の形態 6)

50

次に、4入力NANDセル（以下、「4NANDセル」という）に実施の形態1～4で説明した配線の配置方法を適用した例について説明する。

【0174】

（1）まず、4NANDセルの回路図を説明する。図29は、4NANDセルの回路図であり、図示するように、入力端子a1は、pチャネル型MISFETQp1およびnチャネル型MISFETQn1のゲート電極に接続され、同様に、入力端子a2～a4は、それぞれpチャネル型MISFETQp2～Qp4のゲート電極に、また、nチャネル型MISFETQn2～Qn4のゲート電極に接続されている。また、出力端子znと、電源電位（Vdd）との間には、pチャネル型MISFETQp1～Qp4が並列に接続され、出力端子znと、接地電位（Vss）との間には、nチャネル型MISFETQn1～Qn4が順に直列に接続されている。

10

【0175】

（2）なお、この4NANDセルを構成する配線等は、そのパターンは異なるが、実施の形態5と同様に形成することができるため、ここでは、各層のパターンについて詳細に説明する。

【0176】

図30～図35は、4NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【0177】

図30に示すように、ゲート電極FG1～FG4は、アクティブAcN上にY方向に延在し、ゲート電極FG5～FG8は、アクティブAcP上にY方向に延在する。

20

【0178】

このゲート電極FG1とFG5、FG2とFG6、FG3とFG7、およびFG4とFG8とは、それぞれゲート電極と同層の多結晶シリコン膜よりなる配線部により接続されている。

【0179】

また、ゲート電極FGの両側等の所望の位置に接続部LCNTが配置されている（図31）。

【0180】

図32に示すように、ゲート電極FG間には、第0層配線M0が、グリッドyに沿ってY方向に延在する。但し、一部、X方向に延在する部分もある。

30

【0181】

第0層配線M0上には接続部TH0が配置され（図33）、この接続部TH0上に第1層配線M1がグリッドxに沿ってX方向に配置される（図34）。

【0182】

ここで、第1層配線M1aは、入力端子a1に対応し、M1bは、入力端子a2に対応する。また、M1cは、入力端子a3に、M1dは、入力端子a4に対応する。また、M1eは、出力端子znに対応する。なお、第1層配線M1kには、電源電位（Vdd）が供給され、M1jには、接地電位（Vss）が供給される。また、第0層配線の内、M0kは、n型ウエルの給電部と接続され、M0jは、p型ウエルの給電部と接続される。

40

【0183】

ここで、第1層配線M1aは、第0層配線M0上の接続部TH0a上から左方向に延在し、第1層配線M1bは、第0層配線上の接続部TH0b上から右方向に延在し、これらの配線は、同じグリッドx上に位置する。

【0184】

そこで、第1層配線M1a下の接続部TH0aを第0層配線M0の中心から左方向にずらして配置（左ずらし配置）し、また、第1層配線M1b下の接続部TH0を第0層配線M0の中心から右方向にずらして（右ずらし配置）配置する。

【0185】

また、第1層配線M1cは、第0層配線M0上の接続部TH0c上から左方向に延在し、

50

第1層配線M1dは、第0層配線M0上の接続部TH0d上に短く配置され、第1層配線M1eは、第0層配線M0上の接続部TH0e上から右方向に延在し、これらの配線は、同じグリッドx上に位置する。

【0186】

そこで、第1層配線M1c下の接続部TH0cを第0層配線M0の中心から左方向にずらして配置（左ずらし配置）し、また、第1層配線M1e下の接続部TH0eを第0層配線M0の中心から右方向にずらして（右ずらし配置）配置する。また、第1層配線M1d下の接続部TH0dは第0層配線M0の中心に配置されている（中心配置）。なお、他の接続部TH0も第0層配線M0の中心に配置されている。

【0187】

このように配置することにより第1層配線M1a、M1b等にはリザーバを設けても、配線のX方向の間隔を確保することができる。

【0188】

従って、これらの配線の実装効率を向上させ、他のグリッドxに他の第M1層配線（Another net）ANを配置することができる。

【0189】

図35に、第1層配線M1上の接続部TH1およびその上部の第2層配線M2の配置の一例を示す。

【0190】

（実施の形態7）

実施の形態5や6においては、NANDセルを例に説明したが、スタンダードセル等に用いられる基本セル、例えば、インバータやAND回路等の配線部に本発明を適用してもよい。

【0191】

基本セルとしては、前記の他、3入力NAND、2入力NOR、3入力NOR、4入力NOR、TriStateインバータ、2-1セレクタ、イクスクルーシブNOR、イクスクルーシブOR、2-1AND-OR-インバータ、2-2AND-OR-インバータ、3-1AND-OR-インバータ、3-2AND-OR-インバータ、2-2-1AND-OR-インバータ、2-1OR-AND-インバータ、2-2OR-AND-インバータ、3-1OR-AND-インバータ、2-1-1OR-AND-インバータ、2-2-2OR-AND-インバータ、D-ラッチ（latch）、エッジ-トリガー-フリップフロップ（Edge-trigger FF）等、多種多様のものがある。

【0192】

また、これらの基本セルの鏡面配置のみならず、多種の基本セルを配置し、これらの間の結線に本発明を用いることができる。

【0193】

特に、実施の形態5で、2NANDセルを例に説明したように、基本セルは、それを構成する複数のMISFETのゲート電極FGが一定方向に並列に配置され、これらの間に第0層配線M0が形成されることが多い。

【0194】

これらのセル面積を縮小するためには、セルの外周部の第0層配線M0上に入力部（a1、a2・・・an）もしくは出力部（zn）を設けることが多くなる。従って、図36に示すように、複数の基本セル（BC1～BC6）が配置されている場合には、各セルの第1層配線M1の延在方向の境界部において第1層配線のリザーバRが近接して配置される可能性が高い。

【0195】

従って、このような領域において、実施の形態1～4で説明したような配線配置を用いることで、他の配線（Another net）の引き回しが可能となり、配線の実装効率を向上させることができる。

【0196】

図37は、本発明者らが複数の基本セル間を結線した配線レイアウトの一例である。例えば、領域(a)は、本発明の適用箇所(両ずらし配置)であり、領域(b)は、接続部をずらして配置していない箇所である。

【0197】

このように、接続部(配線)間にゆとりがあり、リザーバを設けても配線間隔を確保できる箇所には、接続部をずらして配置する必要はないことは言うまでもない。

【0198】

また、本発明は、セル内の結線もしくはセル間の結線にかかわらず適用することができる。

【0199】

このように、本実施の形態によれば、半導体装置の微細化(チップの縮小化)や高集積化を図ることができる。また、各素子間を接続する配線の長さを短縮でき、半導体装置の高速駆動を実現できる。また、配線の長さを短縮することにより、配線抵抗を小さくでき、半導体装置の低消費電力化を図ることができる。また、リザーバによりEM耐性を向上させ、また、配線と接続部のパターンの合わせ余裕を確保できる。

【0200】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0201】

特に、実施の形態5および6においては、銅ダマシング配線を例に説明したが、他の導電性膜を用いてもよく、また、導電性膜のパターニングによって配線を形成してもよい。

【0202】

しかしながら、銅原子は移動し易くEM現象が生じやすいため、リザーバを設ける必要性が大きい。従って、本発明は銅配線に用いて効果的である。

【0203】

また、前記実施の形態においては、第0層配線や第1層配線等、比較的下層の配線を例に説明したが、さらに、上層の配線例えば第4層配線や第5層配線に適用してもよく、その下層の配線が最小加工寸法以上の間隔で配置されている配線に広く適用可能である。

【0204】

また、MISFET上の配線に限られず、他の半導体素子上に形成される配線にも広く適用可能である。

【0205】

以上、本願に記載の実施の形態において開示される効果のうち代表的なものを簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0206】

第1配線と第1配線と直交する第1方向[X方向]に延在する第2配線[M1]との接続部の中心を第1配線の中心からずらして配置することにより、ずらした方向と逆方向に余剰部分[リザーバ]を確保し、また、接続部の下部に第1配線に突出部[ノッチ]を設けたことで、前記第1方向の間隔を確保できるため、配線密度を向上させることができる。

【0207】

また、同一グリッド上に配置された第1層配線の第1方向の間隔を確保できるため、第2配線と前記第1方向と直交する第2方向[Y方向]で、隣り合うグリッドに第3配線[M1]のような他の配線を配置することが可能となる。これにより配線の自由度を向上させることができ、配線密度を向上させることができる。

【0208】

【発明の効果】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0209】

10

20

30

40

50

配線の実装効率を向上することができる。また、配線間の接続精度を向上することができる。また、半導体装置の微細化もしくは高密度化を図ることができる。また、半導体装置の高性能化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施の形態 1 の各層の配線 (M0、M1) とこれらの間の接続部の平面パターンを示す平面図である。

【図 2】図 1 のレイアウトのうち、第 0 層配線の平面パターンを示す図である。

【図 3】図 1 の A - A' 部に対応する要部断面図である。

【図 4】実施の形態 1 の効果を示すための各層の配線 (M0、M1) とこれらの間の接続部の平面パターンを示す平面図である。

10

【図 5】図 4 のレイアウトのうち、第 0 層配線の平面パターンを示す図である。

【図 6】図 4 の C - C' 部に対応する要部断面図である。

【図 7】実施の形態 1 の各層の配線 (M0、M1)、これらの間の接続部およびゲート電極の関係を示す断面図である。

【図 8】実施の形態 1 の第 0 層配線およびゲート電極の平面パターンを示す平面図である。

【図 9】リザーバ長 L_{res} と接続部 TH の配置率との関係を示す図表である。

【図 10】実施の形態 2 の配線等の配置方法を示すフローチャート図である。

【図 11】実施の形態 2 の配線等の他の配置方法を示すフローチャート図である。

【図 12】実施の形態 3 の各層の配線 (M0、M1) とこれらの間の接続部の平面パターンを示す平面図である。

20

【図 13】図 12 のレイアウトのうち、第 0 層配線の平面パターンを示す図である。

【図 14】図 12 の D - D' 部に対応する要部断面図である。

【図 15】実施の形態 3 の第 0 層配線およびゲート電極の平面パターンを示す平面図である。

【図 16】実施の形態 3 の各層の配線 (M0、M1)、これらの間の接続部およびゲート電極の関係を示す断面図である。

【図 17】実施の形態 4 の配線等の配置方法を示すフローチャート図である。

【図 18】実施の形態 4 の配線等の他の配置方法を示すフローチャート図である。

【図 19】グリッドの交点の両側にノッチを設けた仮想的な第 0 層配線のパターンを示す平面図である。

30

【図 20】実施の形態 4 の他の各層の配線 (M0、M1) とこれらの間の接続部の平面パターンを示す平面図である。

【図 21】図 20 の F - F' 部に対応する要部断面図である。

【図 22】2NANDセルの回路図である。

【図 23】実施の形態 5 の 2NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 24】実施の形態 5 の 2NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 25】実施の形態 5 の 2NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

40

【図 26】実施の形態 5 の 2NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 27】実施の形態 5 の 2NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 28】図 27 の G - G' 部に対応する断面図である。

【図 29】4NANDセルの回路図である。

【図 30】実施の形態 6 の 4NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 31】実施の形態 6 の 4NANDセルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平

50

面図である。

【図 3 2】実施の形態 6 の 4 N A N D セルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 3 3】実施の形態 6 の 4 N A N D セルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 3 4】実施の形態 6 の 4 N A N D セルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 3 5】実施の形態 6 の 4 N A N D セルを構成する各層のパターンレイアウトを示す平面図である。

【図 3 6】複数の基本セルの結線状態を示す平面図である。

10

【図 3 7】複数の基本セル間を結線した配線レイアウトの一例である。

【図 3 8】実施の形態 1 の変形例における第 0 層配線およびゲート電極の平面パターンを示す平面図である。

【符号の説明】

1 半導体基板

3 素子分離

5 n 型ウエル

1 1 p⁻型半導体領域

1 5 p⁺型半導体領域

1 7 コバルトシリサイド膜

20

1 9 酸化シリコン膜

2 1 コンタクトホール

2 3 絶縁膜

2 5 配線溝

2 7 絶縁膜

2 9 絶縁膜

3 1 配線溝

3 3 絶縁膜

3 5 絶縁膜

3 7 配線溝

30

A c N アクティブ

A c P アクティブ

C 0 コンタクトホール

C A 1 セル領域

C A 2 セル領域

F G ゲート電極

F G 1 ~ F G 4 ゲート電極

F G 5 ~ F G 8 ゲート電極

L 1 距離

L 2 距離

40

L C N T 接続部

L r e s リザーバ長

M 0 第 0 層配線

M 0 a、M 0 b 第 0 層配線

M 0 g、M 0 h 第 0 層配線

M 0 j、M 0 k 第 0 層配線

M 1 第 1 層配線

M 1 a ~ M 1 e 第 1 層配線

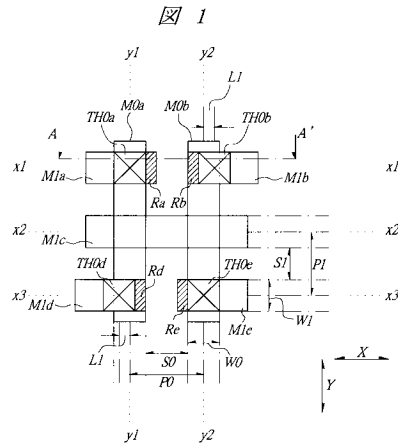
M 1 j、M 1 k 第 1 層配線

M 2 第 2 層配線

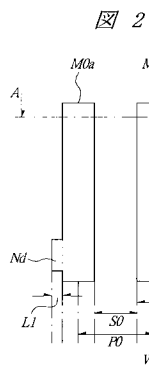
50

N	ノッチ	
N a、N b	ノッチ	
N d、N e	ノッチ	
P 0、P 1	距離	
Q n 1 ~ Q n 4	nチャネル型M I S F E T	
Q p 1 ~ Q p 4	nチャネル型M I S F E T	
R	リザーバ	
R a、R b	リザーバ	
R d、R e	リザーバ	
S / D	ソース、ドレイン領域	10
S 0	スペース	
S 1	スペース	
S W	サイドウォール膜	
T	端子部	
T a	端子部	
T b	端子部	
T H	接続部	
T H 0	接続部	
T H 0 a ~ T H 0 e	接続部	
T H 1	接続部	20
W 0	配線幅	
W 1	配線幅	
a 1 ~ a 4	入力端子	
x	グリッド	
x 1 ~ x 3	グリッド	
y	グリッド	
y 1 ~ y 3	グリッド	
z n	出力端子	

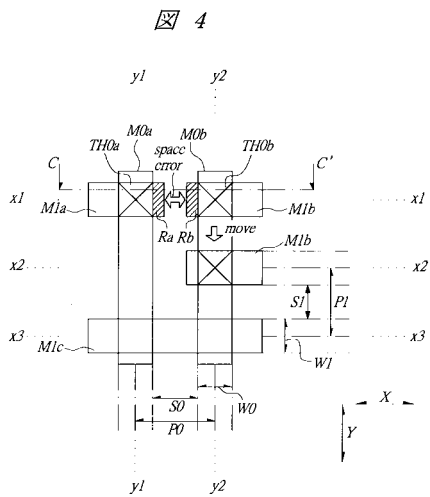
【図 1】



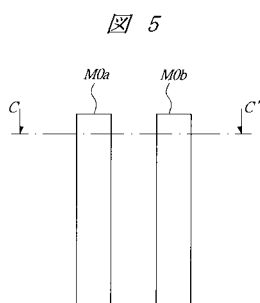
【図 2】



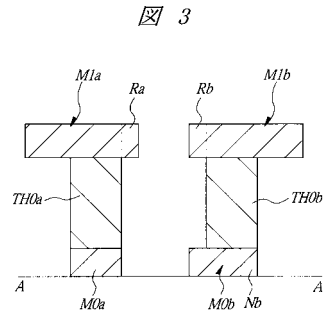
【図 4】



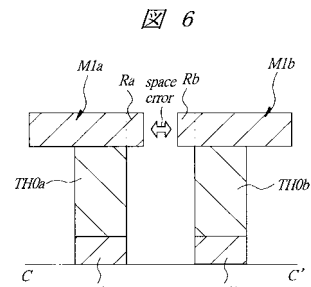
【図 5】



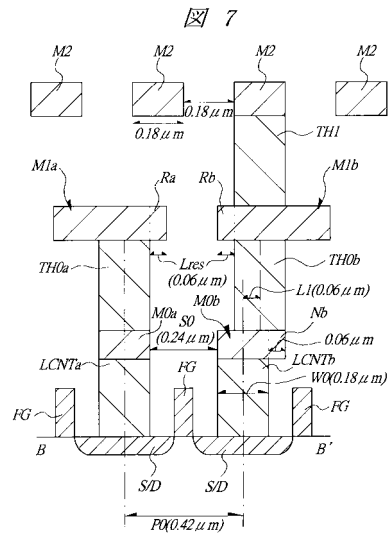
【図 3】



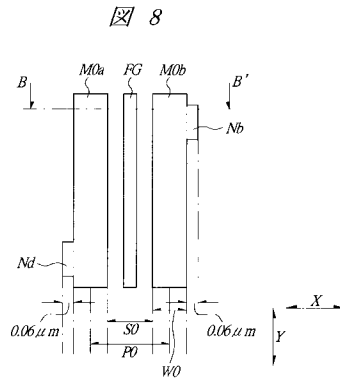
【図 6】



【図 7】



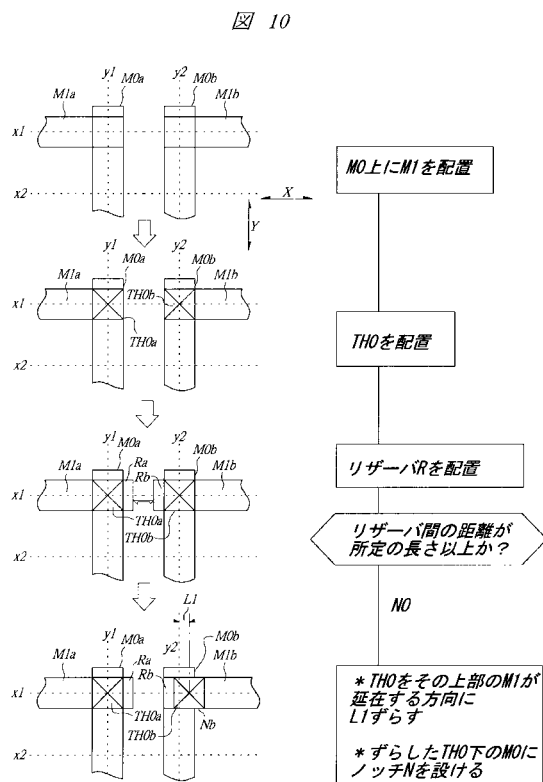
【図 8】



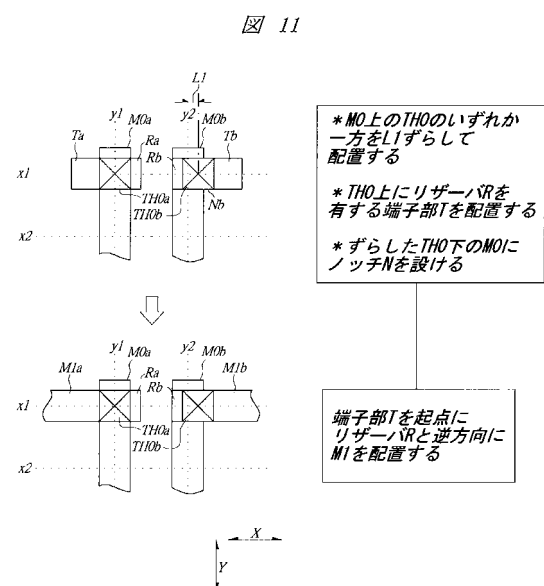
【図 9】

リザーバ長 (L_{res})	TH配置率 (%)	最密 TH 配置法
1 $L_{res} \leq (P0-P1)/2$	100%	
2 $(P0-P1)/2 < L_{res} \leq (P0-P1)$	75%	
3 $(P0-P1) < L_{res} \leq (P0-P1) \times 2$	66.7%	

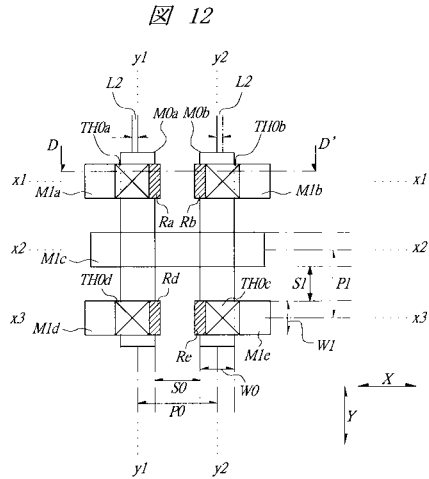
【図 10】



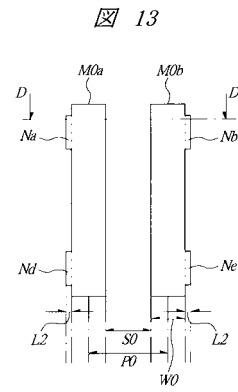
【図 11】



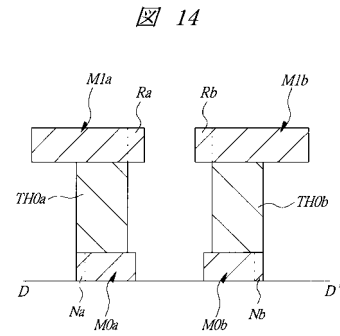
【図 12】



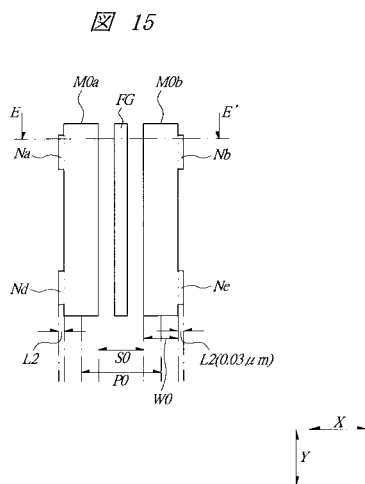
【図 13】



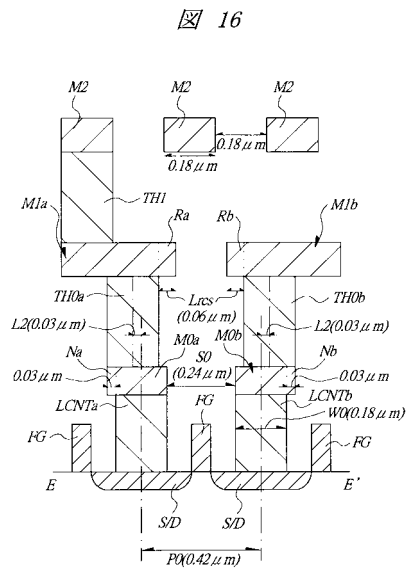
【図 14】



【図 15】

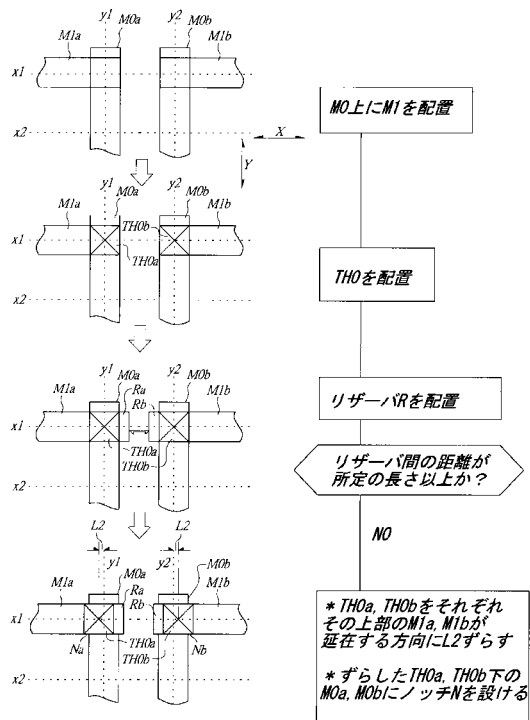


【図 16】



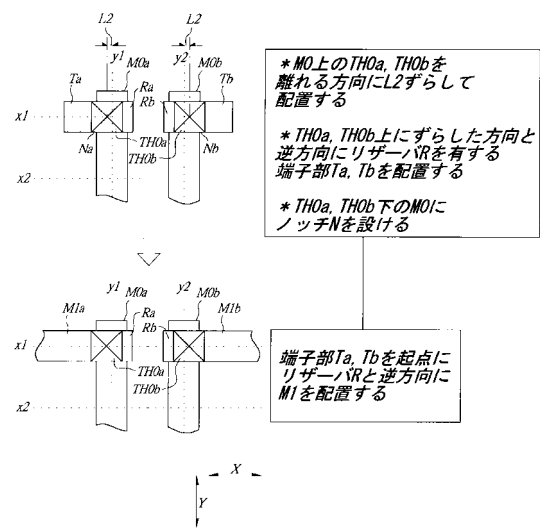
【図 17】

図 17



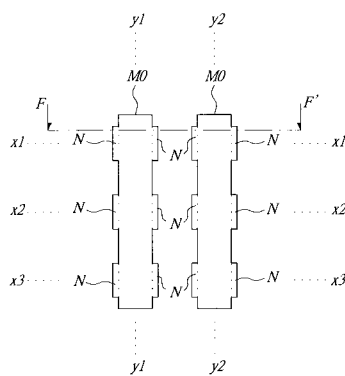
【図 18】

図 18



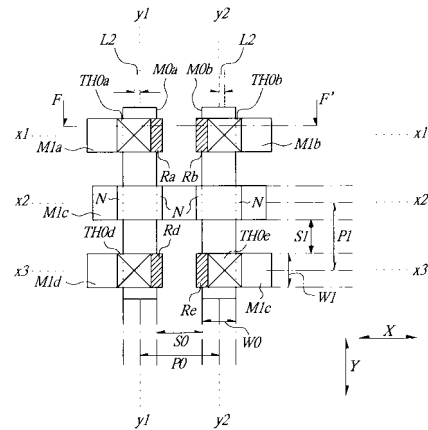
【図 19】

図 19

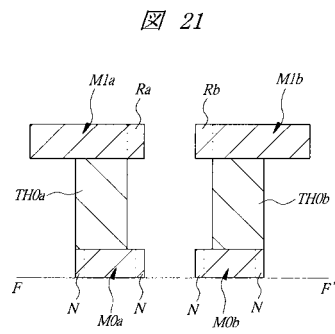


【図 20】

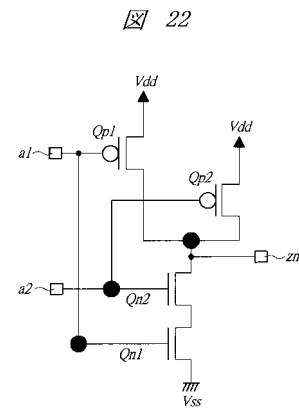
図 20



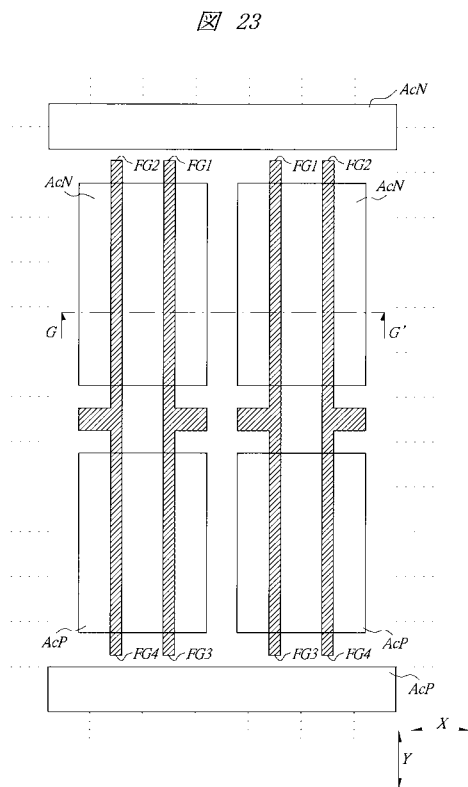
【図 2 1】



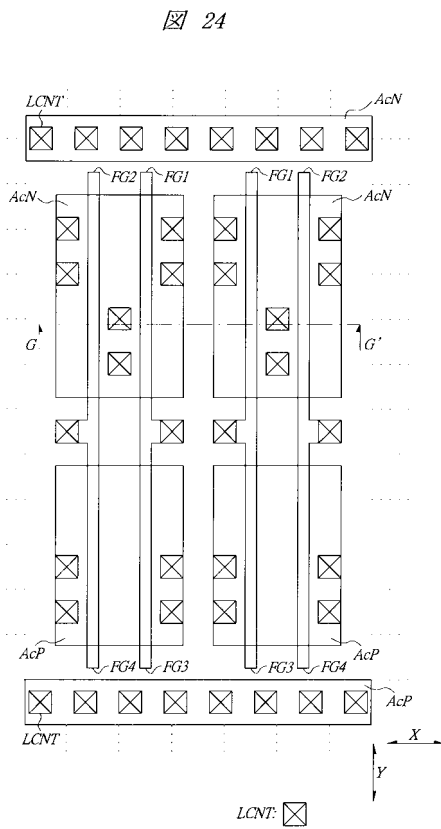
【図 2 2】



【図 2 3】

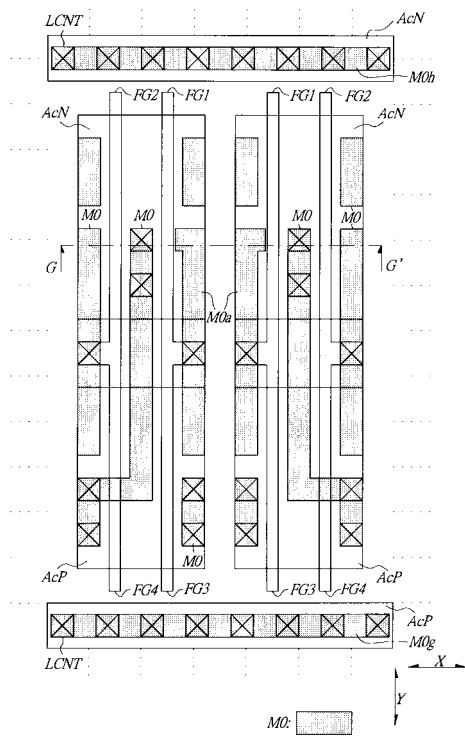


【図 2 4】



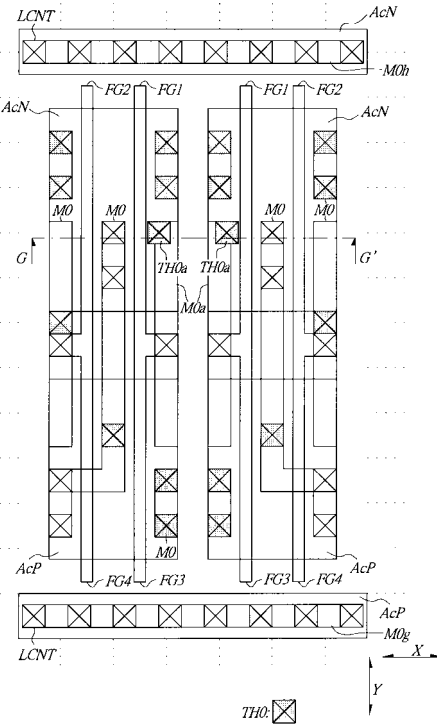
【図 25】

図 25



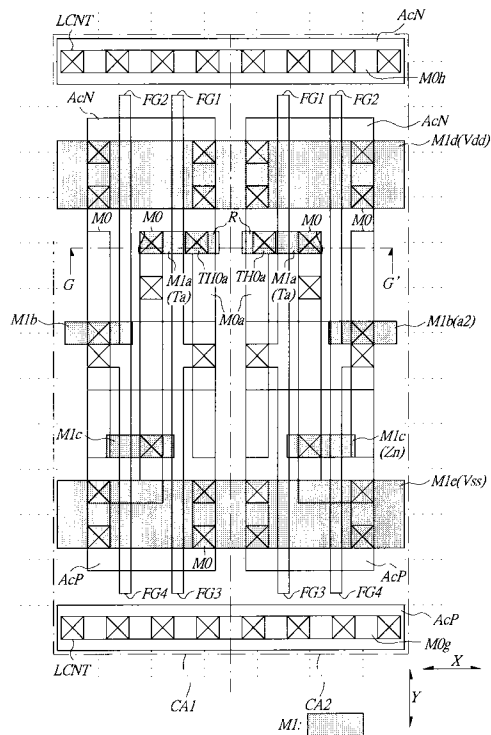
【図 26】

図 26



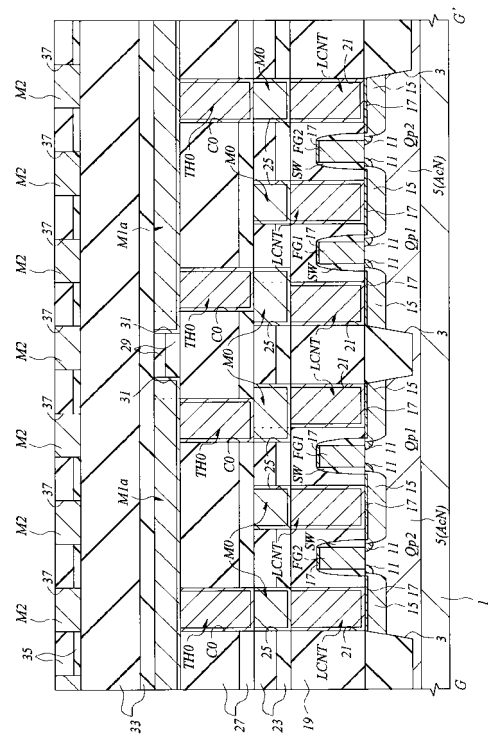
【図 27】

図 27

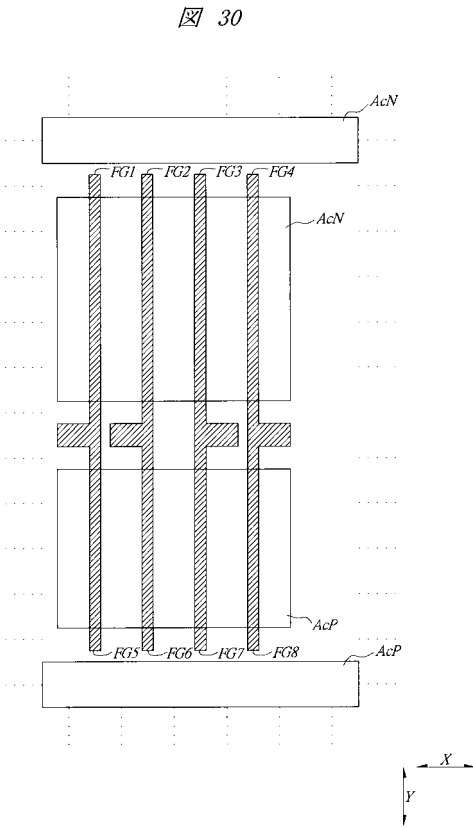


【図 28】

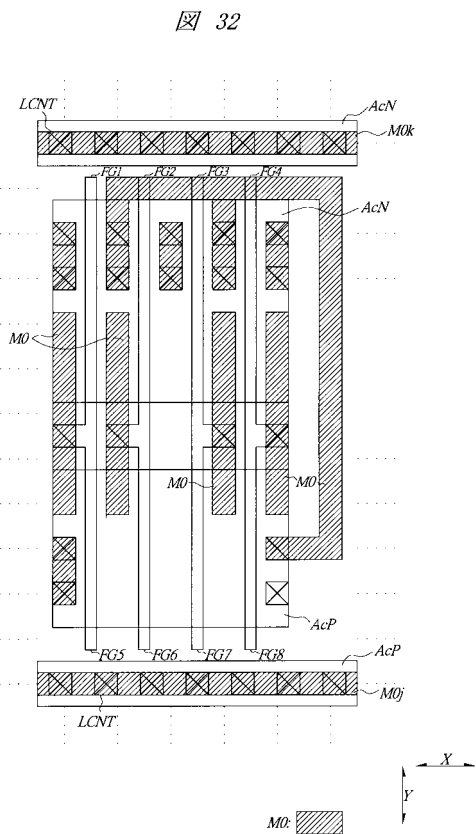
図 28



【 図 3 0 】

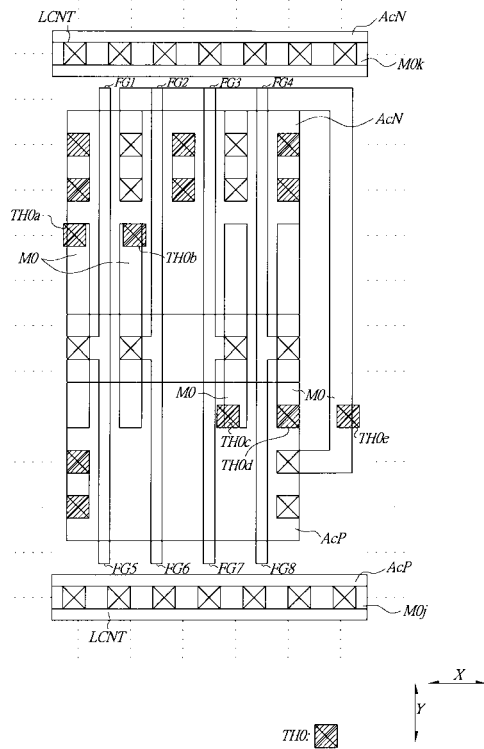


【 図 3 2 】



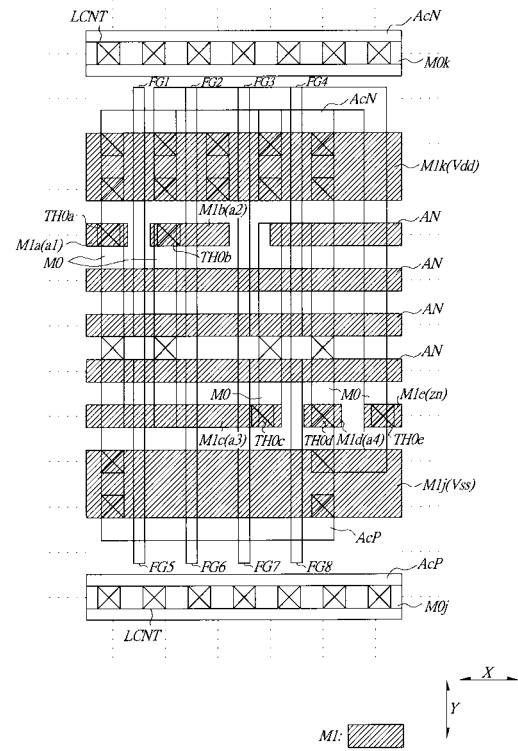
【図 33】

図 33



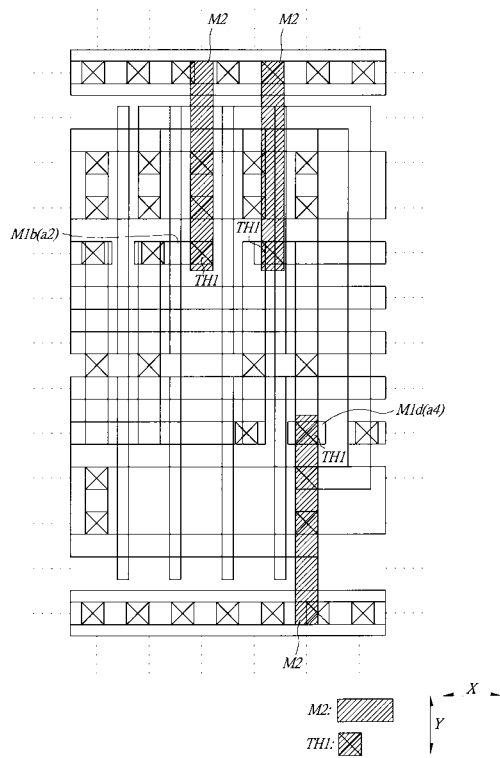
【図 34】

図 34



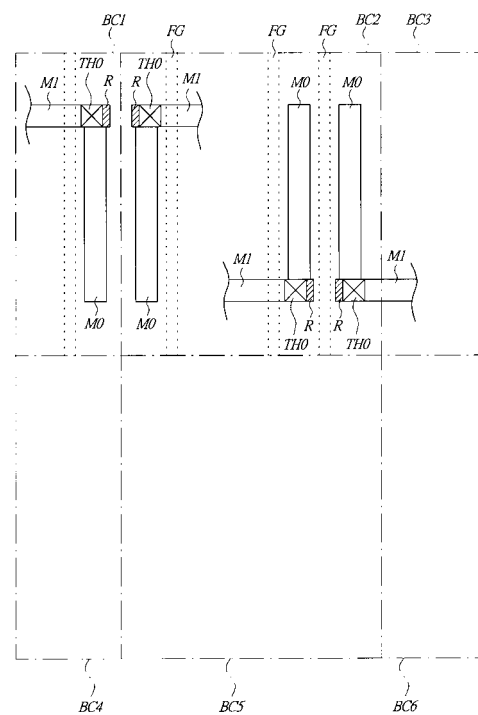
【図 35】

図 35

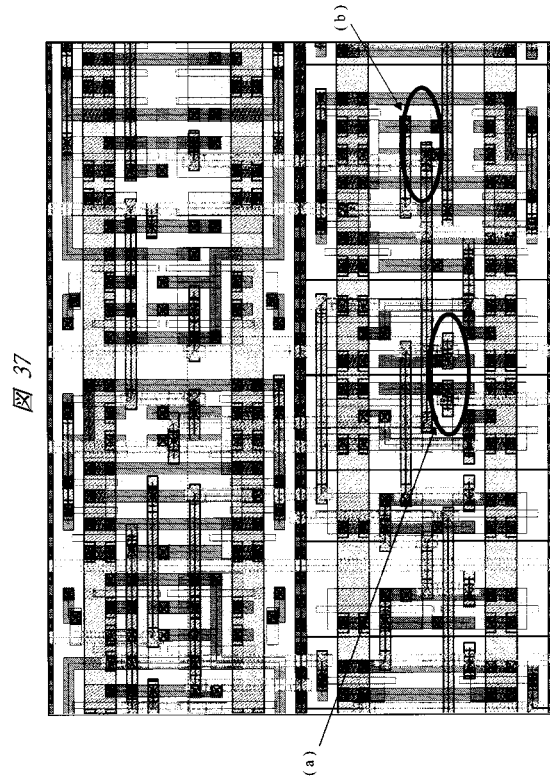


【図 36】

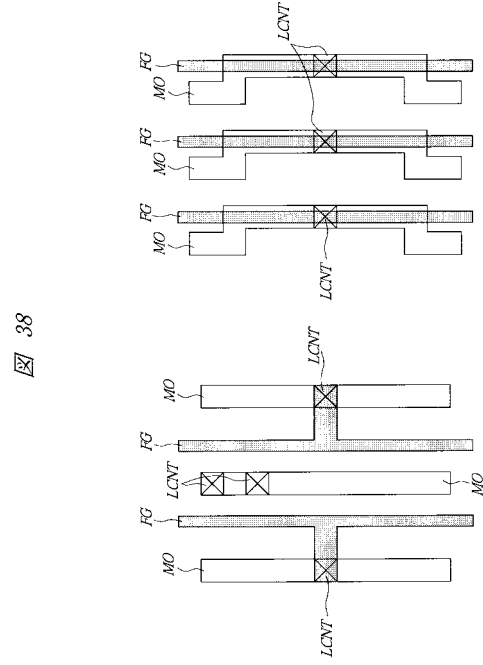
図 36



【図 37】



【図 38】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 1 L 27/088 (2006.01)

H 0 1 L 21/822 (2006.01)

H 0 1 L 27/04 (2006.01)

審査官 増山 慎也

- (56)参考文献 特開平 0 1 - 1 8 6 6 5 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 8 6 4 3 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 4 5 1 3 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 1 4 8 9 3 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 6 4 3 1 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 0 6 4 1 6 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 3 0 6 4 8 (J P , A)
特開平 0 3 - 2 8 6 5 5 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 8 5 6 1 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 3 5 9 2 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/82
H01L 21/3205
H01L 21/768
H01L 21/822
H01L 21/8234
H01L 23/52
H01L 27/04
H01L 27/088