

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 23 年 6 月 16 日 (2011.6.16)

【公開番号】特開 2009-158622 (P2009-158622A)

【公開日】平成 21 年 7 月 16 日 (2009.7.16)

【年通号数】公開・登録公報 2009-028

【出願番号】特願 2007-333306 (P2007-333306)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/8247 (2006.01)

H 0 1 L 27/115 (2006.01)

H 0 1 L 29/788 (2006.01)

H 0 1 L 29/792 (2006.01)

H 0 1 L 27/10 (2006.01)

H 0 1 L 21/76 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 L 27/10 4 3 4

H 0 1 L 29/78 3 7 1

H 0 1 L 27/10 4 8 1

H 0 1 L 21/76 L

【手続補正書】

【提出日】平成 23 年 4 月 28 日 (2011.4.28)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すように、素子分離領域 3 5 (図中 S T I と表記) に囲まれるように 2 つの活性領域 A A が形成されている。これらの活性領域 A A は第 1 乃至第 4 の側壁を有し、第 1 の側壁と第 2 の側壁が接し、第 2 の側壁と第 3 の側壁が接し、第 3 の側壁と第 4 の側壁が接し、第 4 の側壁と第 1 の側壁が接した長方形となっている。これらの活性領域 A A を横方向に横切るように素子分離領域 3 5 まで延びるゲート電極 3 6 が形成されている。このゲート電極 3 6 を挟み n + 型不純物拡散層 3 7 及び p + 型不純物拡散層 3 8 が形成されている。ゲート電極 3 6 と活性領域 A A の交点部には開口部 5 8 が形成されている。また、図 5 ではゲート電極は第 2 及び第 4 の側壁上のみに形成されているが、活性領域 A A を縦方向に横切り第 1 及び第 3 の側壁上に形成されている場合もある。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 3 1 】

図 6 及び図 7 に示すように、素子分離領域 3 5 によって隣接する活性領域 A A は電氣的に分離されている。素子分離領域 3 5 は、p 型半導体基板 1 0 内に形成された溝 4 3 と、この溝 4 3 内に埋め込まれた絶縁膜 2 7 とを有して形成されている。素子分離領域 3 5 の幅 S 2 は、メモリセルアレイにおいて形成された素子分離領域 2 5 の幅 S 1 よりも大きくされている。この素子分離領域 3 5 によって電氣的に分離された活性領域 A A の内には、それぞれ p 型ウェル領域 3 0 及び n 型ウェル領域 3 1 が形成されている。そして、p 型ウ

エル領域 30 及び n 型ウェル領域 31 上に、それぞれ周辺トランジスタ PT1、PT2 が形成されている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

ここで、図 8 に、図 2 の B - B 線に沿った、例えば、メモリセルトランジスタ MT が形成される活性領域 AA における側壁のボロンの濃度分布を示す。同様に、図 9 に図 5 の B - B 線及び C - C 線に沿った、図 10 に図 5 の D - D 線に沿った、例えば、周辺トランジスタ PT1、PT2 が形成される活性領域 AA における側壁のボロンの濃度分布を示す。ここで、D - D 線は活性領域 AA の中心部から第 2 の側壁と第 3 の側壁が接する点と、第 1 の側壁と第 4 の側壁が接する点を通過する線である。なお、深さは、拡散層及びチャネルの濃度の影響を受けない領域、例えば半導体基板 10 表面から 0.1 ~ 0.5 μm 程度、かつ素子分離領域 25 及び 35 の底面よりも高い位置の分布である。なお、便宜上素子分離領域 25 及び 35 中の不純物濃度分布は省略する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

図 8 では活性領域 AA の中心、活性領域 AA の側面部に相当する素子分離領域 25 との境界で、ほぼ一定の濃度となっている。一方、図 9 では、活性領域 AA の中心の不純物濃度（図中 C）よりも第 2 の側壁及び第 4 の側壁の側面の不純物濃度（図中 A）が高くなっている。同様に、図 10 も同様に、活性領域 AA の中心の不純物濃度（図中 C）よりも第 1 の側壁と第 4 の側壁が接する部分、並びに第 2 の側壁と第 3 の側壁が接する部分の不純物濃度（図中 B）が高くなっている。ここで、これらの不純物濃度を比較すると、 $C < A < B$ の関係になっている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

次に、溝 43 の側面に露出された半導体基板 10（活性領域 AA）中に、例えばイオン注入を使用して、不純物（例えば III 族元素不純物、ボロン、フッ化ボロン及び 2 フッ化ボロン）を注入する。この際、イオン注入は半導体基板 10 の表面の法線に対して斜め方向から、メモリセルトランジスタ MT 形成予定領域及び周辺トランジスタ PT1、PT2 形成予定領域の前面に対して行われる。この法線に対する角度を、以下ではチルト角と呼ぶことにする。更にイオン注入は、溝 43、44 の側面に露出されたいずれかの半導体基板 10 の法線に対して斜め方向から行われる。この角度を、以下ではツイスト角と呼ぶ。本実施形態では、イオン注入は 2 回にわたって行われ、2 回のイオン注入においては異なるツイスト角が用いられる。チルト角は同じでも異なっても良い。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 4 3 】

図 1 3 に示すように、メモリセルトランジスタ形成予定領域においては、活性領域 A A が延びる方向に沿った方向を x 軸、x 軸に直交する方向を y 軸、x 軸及び y 軸に直交する方向を z 軸と呼ぶことにする。従って、半導体基板 1 0 の表面の法線方向は、z 軸に沿った方向となる。

【 手 続 補 正 7 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 4 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 4 4 】

また図 1 4 に示す周辺トランジスタ P T 1、P T 2 形成予定領域においては、図 5 で説明したように活性領域 A A が第 1 乃至第 4 の側壁を有しており、第 1 の側壁の側面の法線方向を x 軸、x 軸に直交する方向を y 軸、x 軸及び y 軸に直交する方向を z 軸と呼ぶことにする。但し、x y 平面は半導体基板面の主平面に平行な面であり、z 軸は半導体基板 1 0 の表面の法線方向に一致するものとする。従って、メモリセルアレイにおいては、活性領域 A A の側面が S 1 の間隔において x 方向において露出し、周辺トランジスタ P T 1、P T 2 の第 2 及び第 4 の側壁が y 方向において露出し、第 1 及び第 3 の側壁が S 2 の間隔において x 方向において露出することになる。

【 手 続 補 正 8 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 4 6

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 4 6 】

$$\tan^{-1} (S 1 / H)$$

但し、S 1 は前述の通り溝 4 4 の幅であり、H はゲート絶縁膜 1 3 と p 型半導体基板 1 0 の界面から絶縁膜 4 2 表面までの高さである。例えば幅 S 1 は 1 0 n m ~ 1 0 0 n m とされ、H は S 1 の 6 倍程度の値 (6 0 n m ~ 6 0 0 n m) とされる。従ってこの場合、チルト角 は 1 0 度となる。

【 手 続 補 正 9 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 4 9

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 4 9 】

上記ボロニイオン注入の後、図 1 7 (a) ~ (c) に示すように、メモリセルトランジスタ M T 及び周辺トランジスタ P T 1、P T 2 に隣接する溝 4 4 及び溝 4 3 に絶縁物 2 6、2 7 を埋め込み、素子分離領域 2 5 及び 3 5 を形成する。

【 手 続 補 正 1 0 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 7 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 7 4 】

従来では、図 2 4 乃至図 2 7 に示す周辺トランジスタ P T における活性領域 A A の側面 5 0 乃至 5 3 に対し垂直方向からボロニイオンを打ち込む。つまり、ボロニイオンを打ち込む際の回転角度 を、 (+ 9 0) 度、 (+ 1 8 0) 度、 (+ 2 7 0) 度とする。第 1 の側部 5 0 乃至第 4 の側部 5 3 に対し、垂直方向からの打ち込みであるので、すなわち の値は 0 度である。よって 4 箇所からの打ち込み角度は、0、9 0、1 8 0、2

70度となる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0079】

なお、本実施形態において、活性領域 A A の形状は完全な方形に限られるものではない。例えば、活性領域 A A の角部がエッチングや、酸化等によって丸まっている場合も含まれるのは言うまでもない。更に、活性領域 A A の形状は平行四辺形、ひし形、台形等の形状も含まれる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】図面

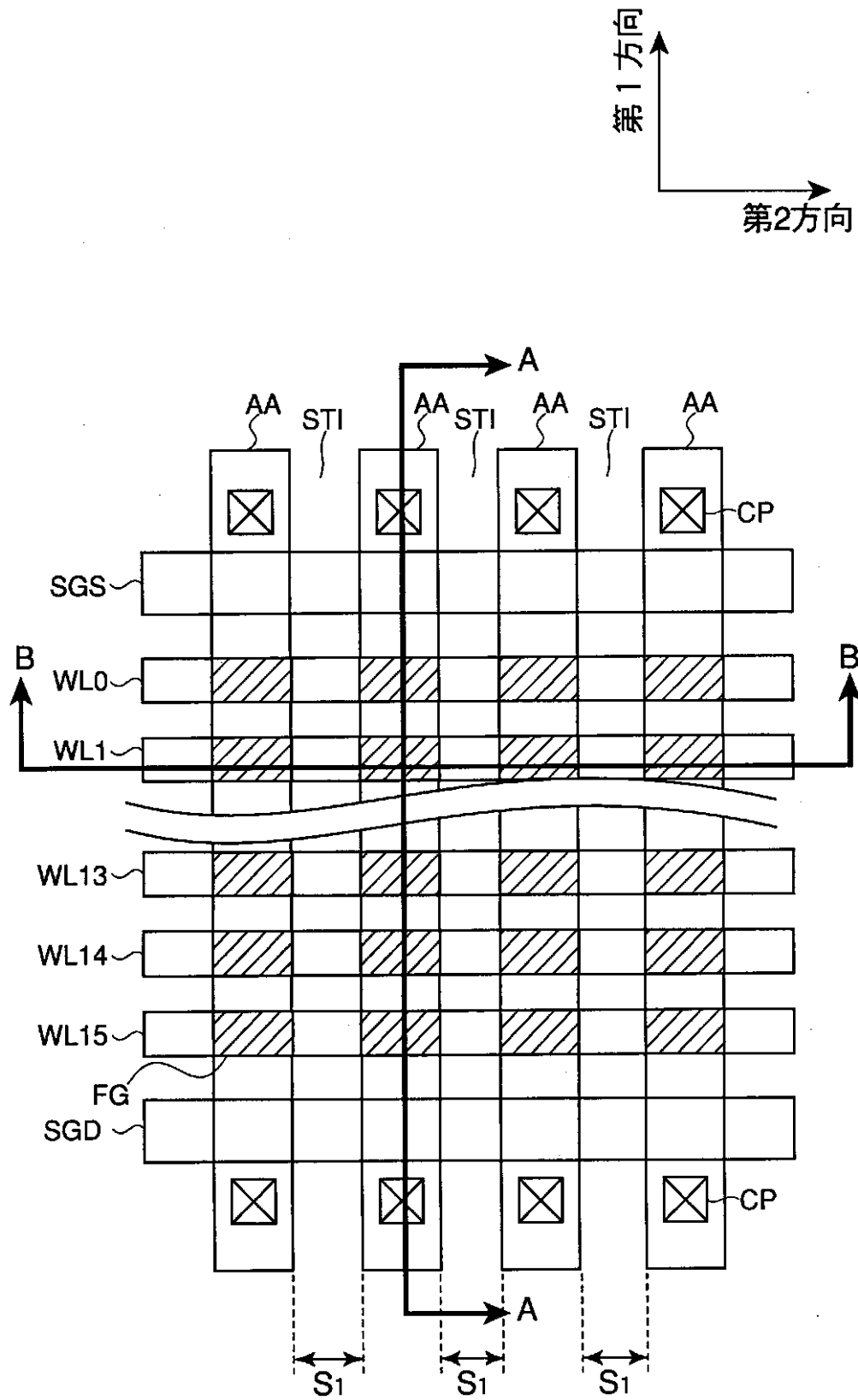
【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】

図 2



【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】図面

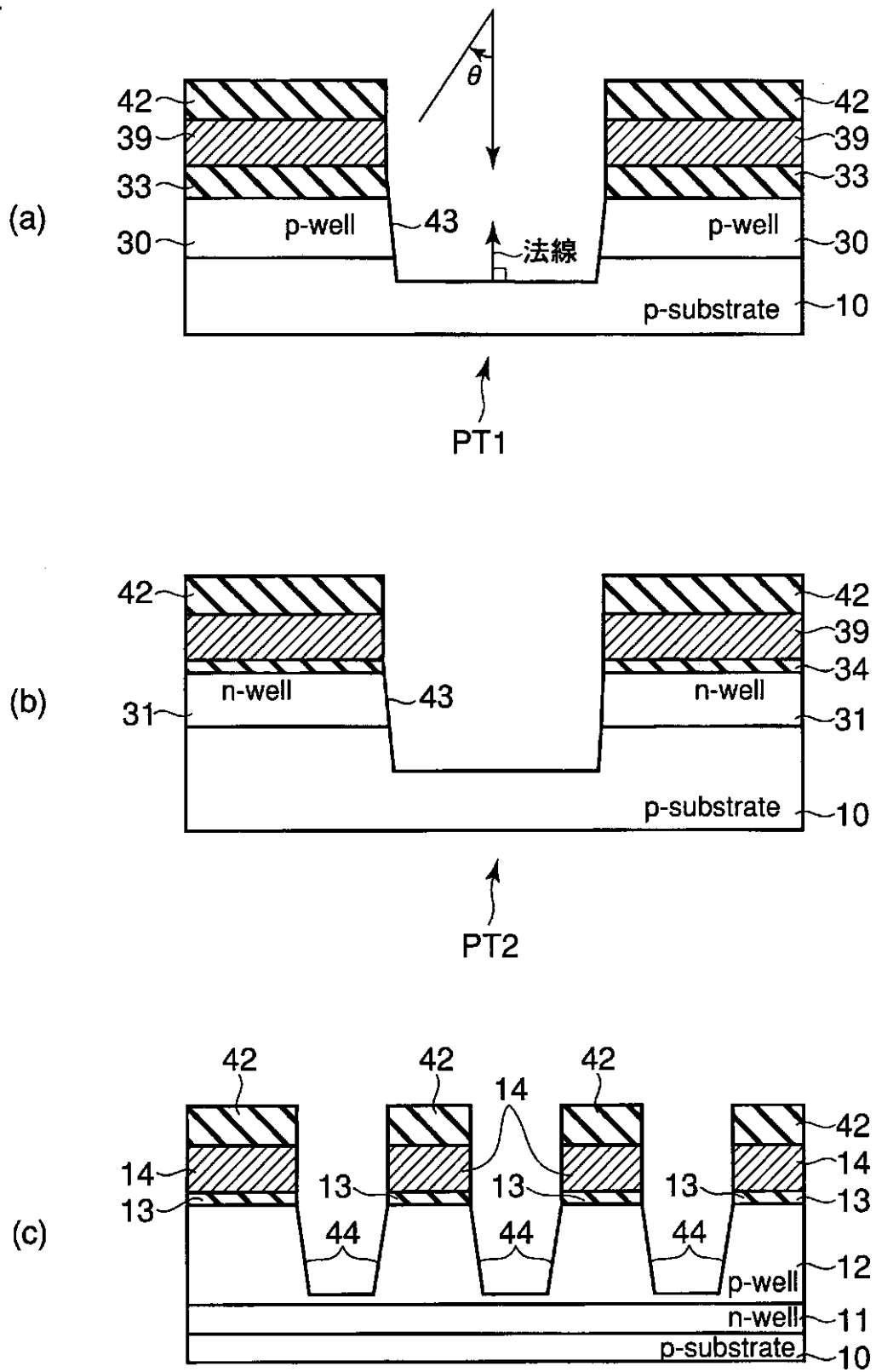
【補正対象項目名】図 1 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 12】

図 12



【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】図面

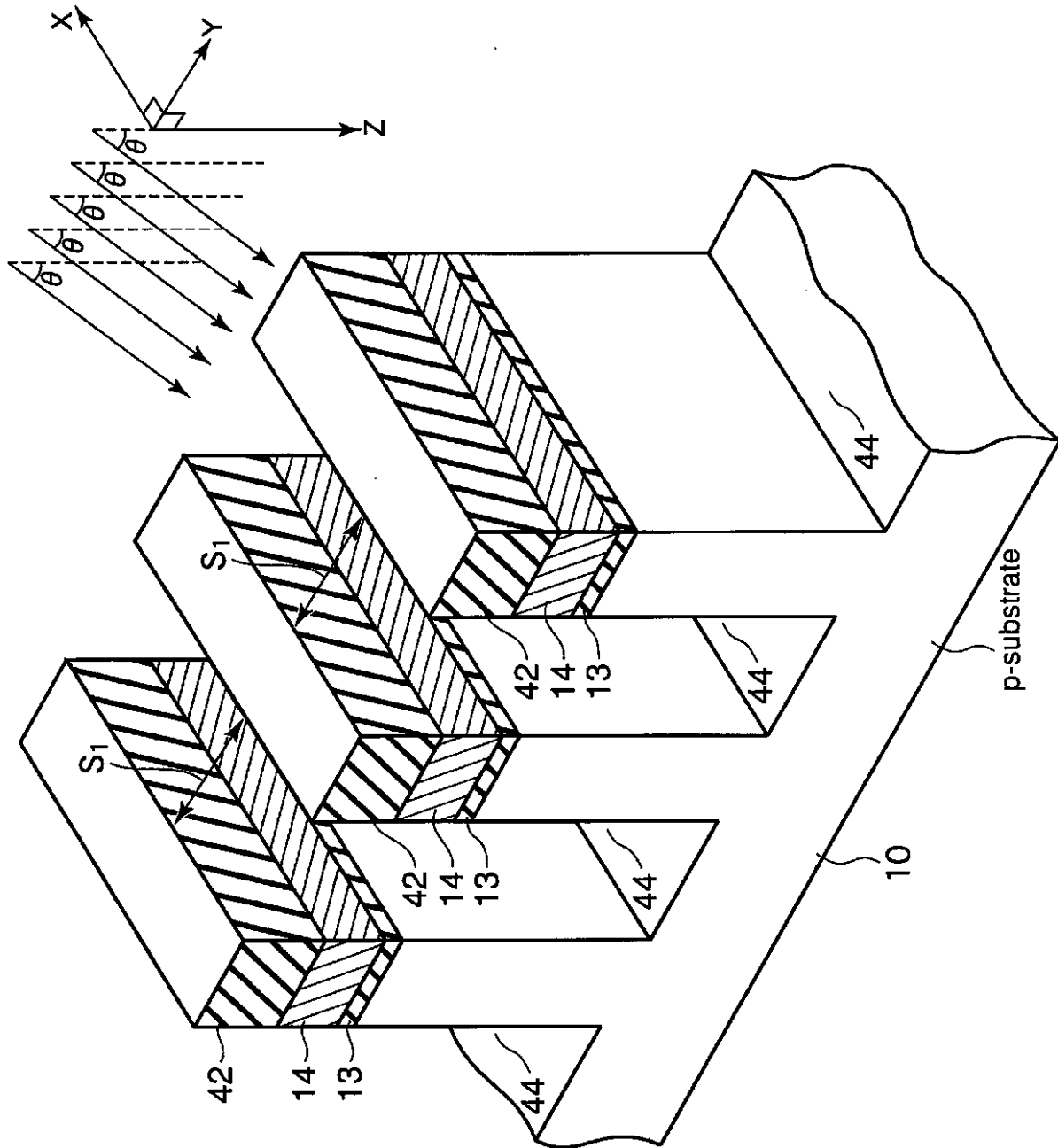
【補正対象項目名】図 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 3】

図 13



【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】図面

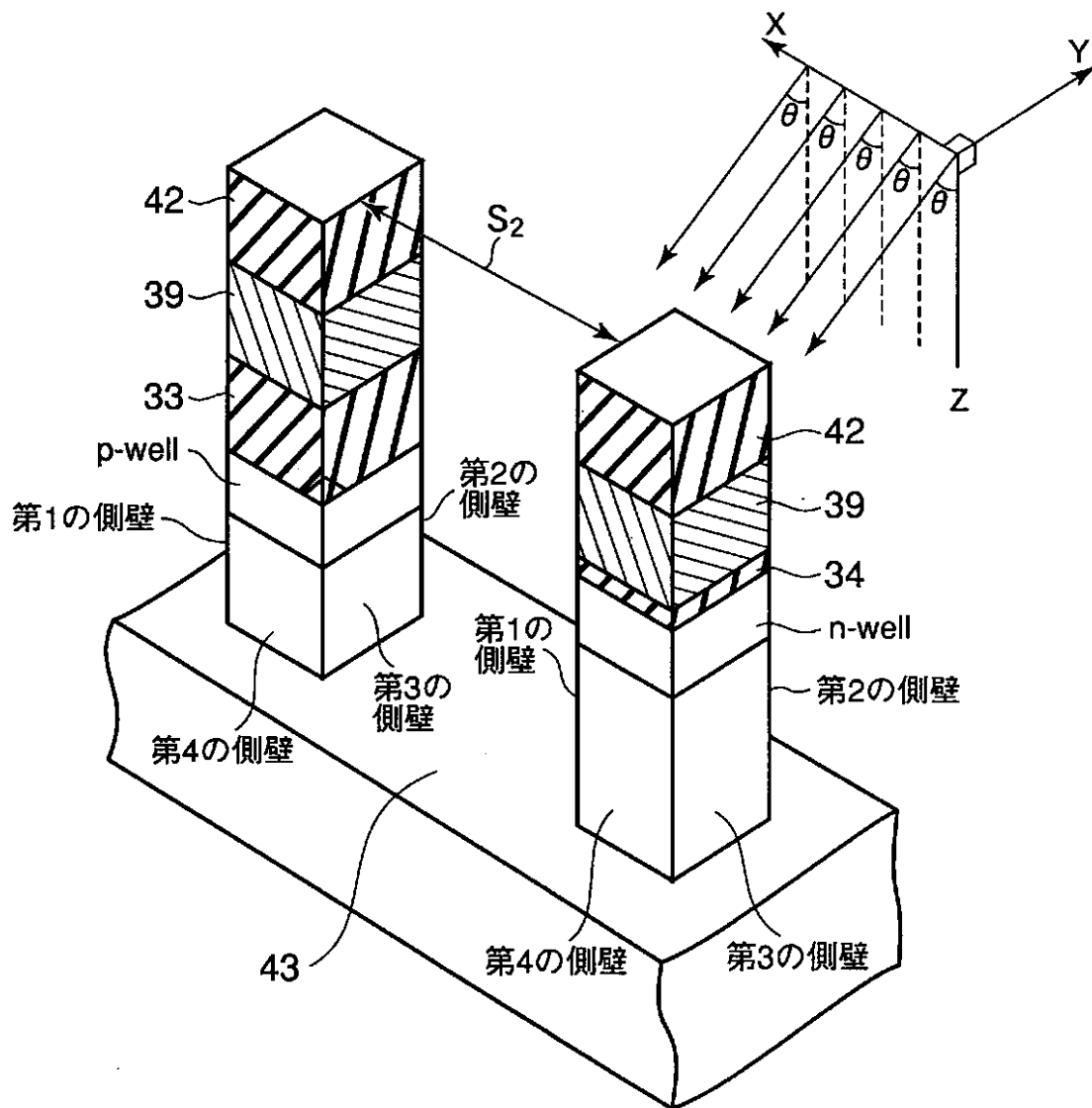
【補正対象項目名】図 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 4】

図 14



【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 17】

図 17

