

【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 01 L 21/8247 (2006.01)

H 01 L 27/115 (2006.01)

H 01 L 29/788 (2006.01)

H 01 L 29/792 (2006.01)

H 01 L 27/10 (2006.01)

H 01 L 21/76 (2006.01)

【F I】

H 01 L 27/10 4 3 4

H 01 L 29/78 3 7 1

H 01 L 27/10 4 8 1

H 01 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35(図中S T Iと表記)に囲まれるように2つの活性領域AAが形成されている。これらの活性領域AA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AAを横方向に横切るように素子分離領域35まで延びるゲート電極36が形成されている。このゲート電極36を挟みn⁺型不純物拡散層37及びp⁺型不純物拡散層38が形成されている。ゲート電極36と活性領域AAの交点部には開口部58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AA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35によって隣接する活性領域AAは電気的に分離されている。素子分離領域35は、p型半導体基板10内に形成された溝43と、この溝43内に埋め込まれた絶縁膜27とを有して形成されている。素子分離領域35の幅S2は、メモリセルアレイにおいて形成された素子分離領域25の幅S1よりも大きくなっている。この素子分離領域35によって電気的に分離された活性領域AAの内には、それぞれp型ウェル領域30及びn型ウェル領域31が形成されている。そして、p型ウ

エル領域 3 0 及び n 型ウェル領域 3 1 上に、それぞれ周辺トランジスタ P T 1 、 P T 2 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】0 0 3 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 5】

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 M T が形成される活性領域 A A 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 P T 1 、 P T 2 が形成される活性領域 A A 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 A A 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 1 0 表面から 0 . 1 ~ 0 . 5 μm 程度、かつ素子分離領域 2 5 及び 3 5 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 2 5 及び 3 5 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】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 6】

図 8 では活性領域 A A の中心、活性領域 A A の側面部に相当する素子分離領域 2 5 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 A A 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 A A 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】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 1】

次に、溝 4 3 の側面に露出された半導体基板 1 0 （活性領域 A A ）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 1 0 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 M T 形成予定領域及び周辺トランジスタ P T 1 、 P T 2 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 と呼ぶこととする。更にイオン注入は、溝 4 3 、 4 4 の側面に露出されたいずれかの半導体基板 1 0 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いても良い。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

図13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AAが伸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10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】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

また図14に示す周辺トランジスタPT1、PT2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AA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、xy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10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AAの側面がS1の間隔をもつてx方向において露出し、周辺トランジスタPT1、PT2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S2の間隔をもつて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】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

$$\tan^{-1} (S1 / H)$$

但し、S1は前述の通り溝44の幅であり、Hはゲート絶縁膜13とp型半導体基板10の界面から絶縁膜42表面までの高さである。例えば幅S1は10nm~100nmとされ、HはS1の6倍程度の値(60nm~600nm)とされる。従ってこの場合、チルト角は10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】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

上記ボロニイオン注入の後、図17(a)~(c)に示すように、メモリセルトランジスタMT及び周辺トランジスタPT1、PT2に隣接する溝44及び溝43に絶縁物26、27を埋め込み、素子分離領域25及び35を形成する。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

従来では、図24乃至図27に示す周辺トランジスタPTにおける活性領域AAの側面50乃至53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、(+90)度、(+180)度、(+270)度とする。第1の側部50乃至第4の側部53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、90、180、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AA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AAの角部がエッティングや、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AA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

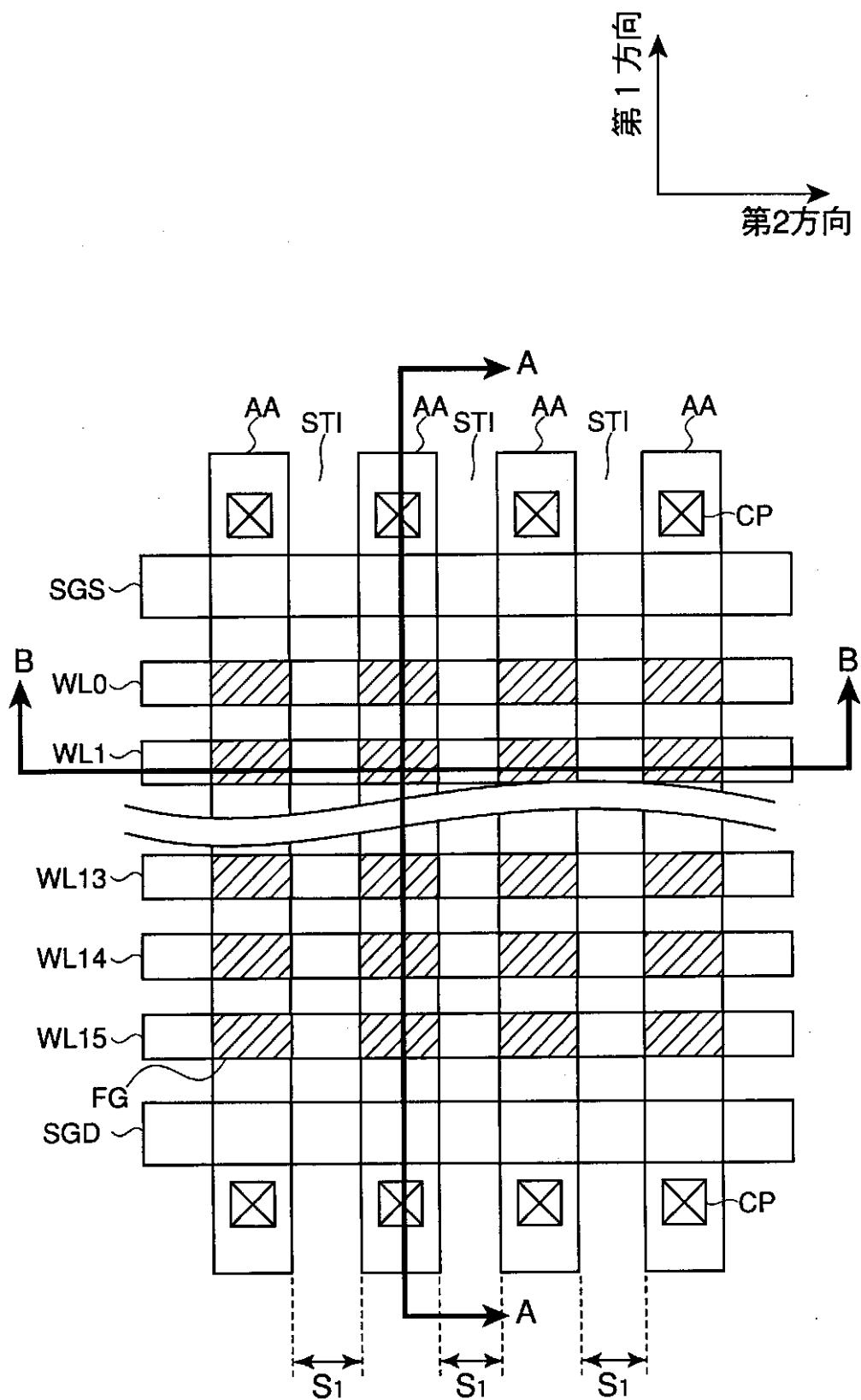
【補正対象項目名】図2

【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

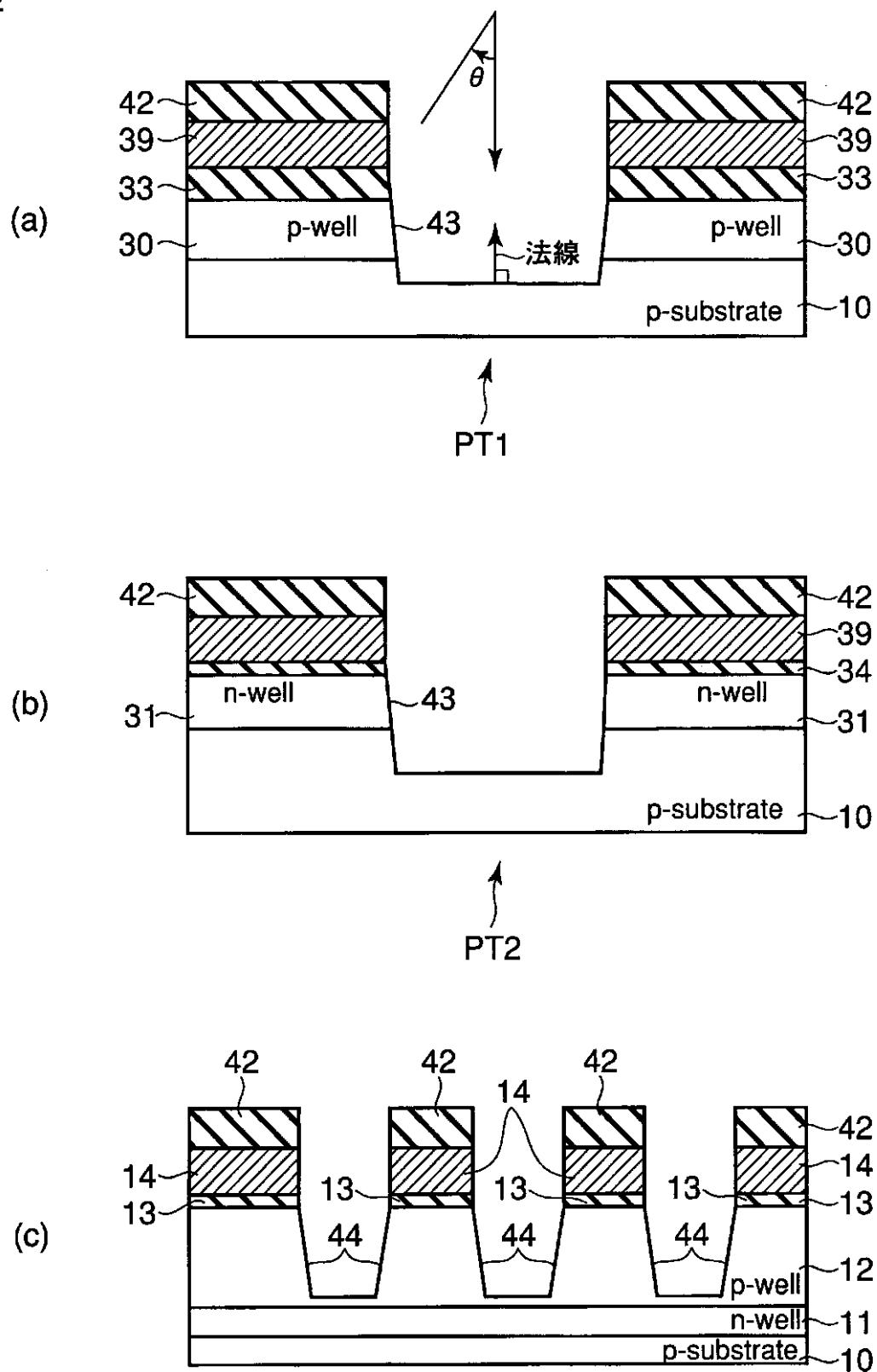
【補正対象項目名】図 1 2

【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

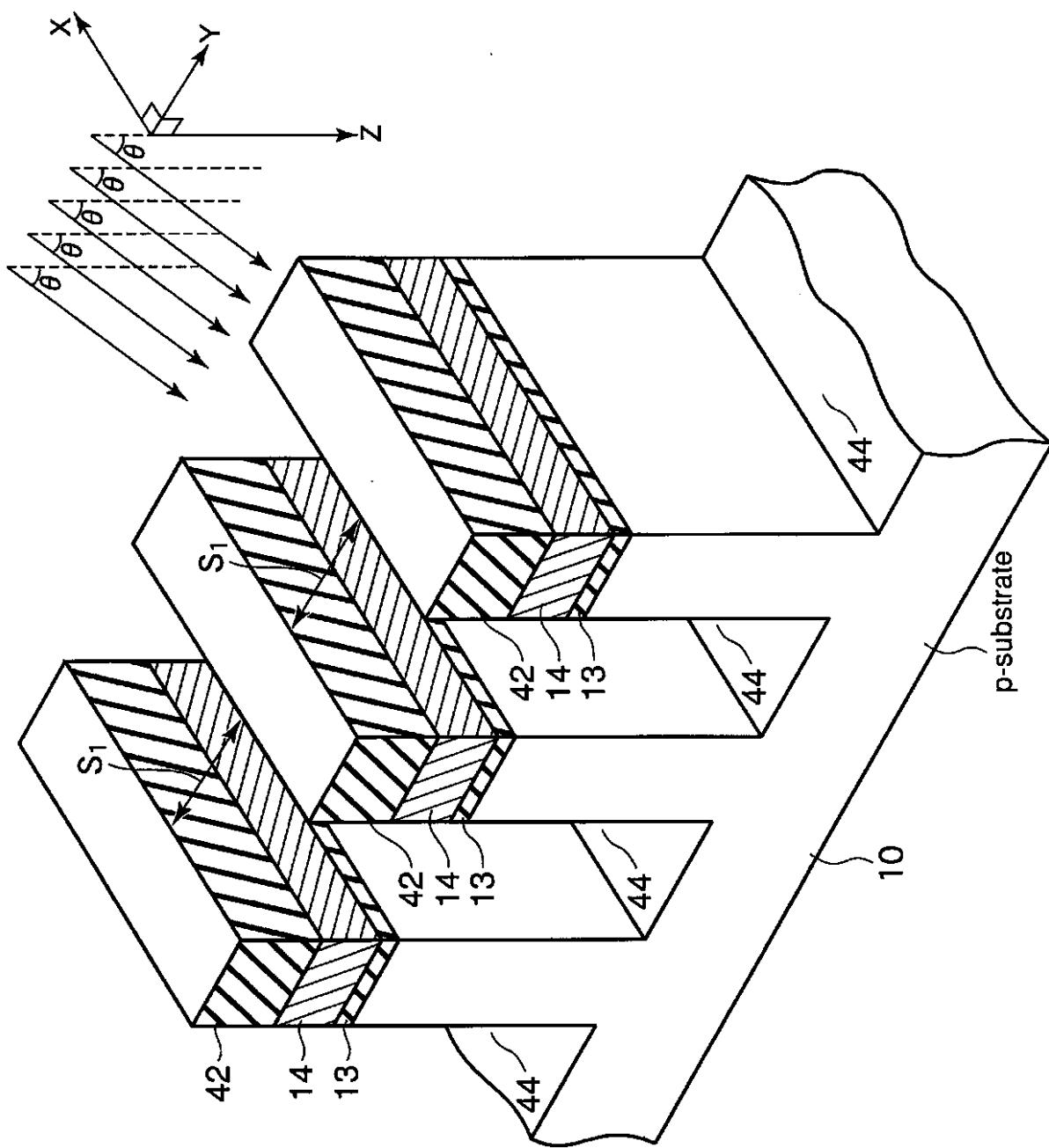
【補正対象項目名】図 1 3

【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

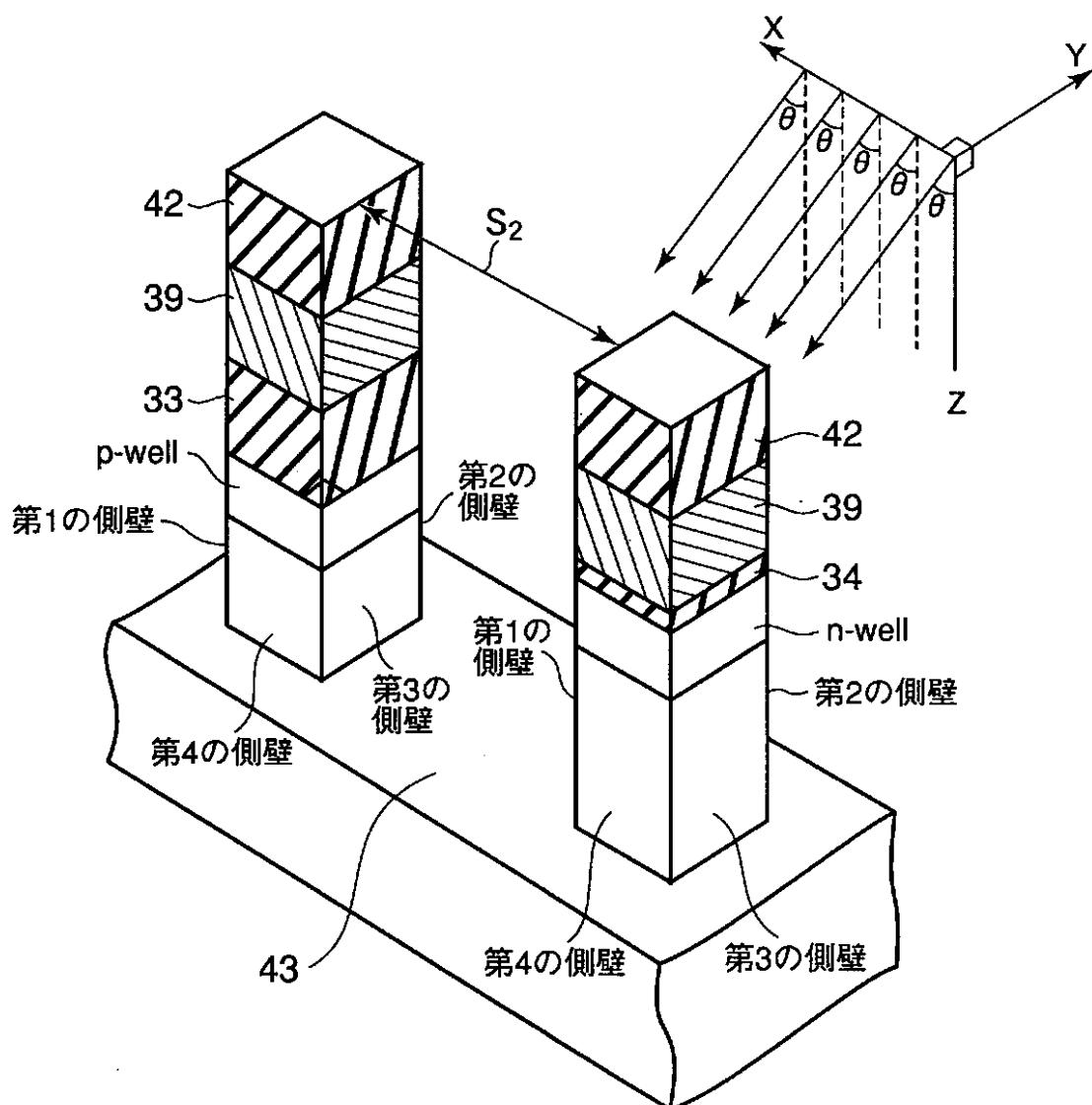
【補正対象項目名】図 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図14】

図14



【手続補正16】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図17

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図17】

図17

