

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5290574号  
(P5290574)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 29/47	(2006.01)	HO 1 L	29/48	F
HO 1 L 29/872	(2006.01)	HO 3 K	19/094	A
HO 3 K 19/0944	(2006.01)	HO 1 L	27/06	1 O 2 A
HO 1 L 21/8234	(2006.01)			
HO 1 L 27/06	(2006.01)			

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-515097 (P2007-515097)	(73) 特許権者	504199127
(86) (22) 出願日	平成17年4月26日(2005.4.26)		フリースケール セミコンダクター イン
(65) 公表番号	特表2008-501238 (P2008-501238A)		コーポレイテッド
(43) 公表日	平成20年1月17日(2008.1.17)		アメリカ合衆国 テキサス州 78735
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/014323		オースティン ウィリアム キャノン
(87) 国際公開番号	W02005/119913		ドライブ ウェスト 6501
(87) 国際公開日	平成17年12月15日(2005.12.15)	(74) 代理人	100116322
審査請求日	平成20年4月25日(2008.4.25)		弁理士 桑垣 衛
(31) 優先権主張番号	10/856,602	(72) 発明者	パラササラシー、ビジェイ
(32) 優先日	平成16年5月28日(2004.5.28)		アメリカ合衆国 85048 アリゾナ州
(33) 優先権主張国	米国 (US)		フェニックス イースト ヒドゥンビュ
			ー ドライブ 2325

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ショットキーデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

正端子(86)及び負端子(88)を有するショットキーと同等に動作するデバイスであって、

ショットキー・ダイオードと同等に動作するデバイスと、

前記ショットキーと同等に動作するデバイスの前記負端子(88)を形成する第一電極、前記ショットキーと同等に動作するデバイスの前記正端子(86)に接続されるゲート、及び第二電極を有するデプリーション・トランジスタ(92)と、を備え、

前記ショットキー・ダイオードと同等に動作するデバイスは、互いに接続されるとともに、前記ショットキーと同等に動作するデバイスの前記正端子(86)を形成する第一電流電極、ゲート、及び本体と、前記デプリーション・トランジスタ(92)の前記第二電極に接続された第二電流電極とを有し、0.2ボルトを超えないが、負ではない閾値電圧を有する非デプリーション・トランジスタ(90)を含む、ショットキーと同等に動作するデバイス。

【請求項2】

正端子(12)及び負端子(14)を有するショットキーデバイス(10)であって、正端子及び負端子を有するショットキー・ダイオード(16)と、

前記ショットキー・ダイオード(16)の前記負端子に接続される第一電流電極(20)、前記ショットキーデバイスの前記正端子(12)に接続されるゲート(40)、及び

10

20

前記ショットキーデバイスの負端子(14)に接続される第二電流電極(36)を有する  
デプリーション・トランジスタ(18)と、

を備え、前記ショットキーデバイスは基板(24)の半導体領域に形成され、該基板は、  
第一導電性の第一ウエル領域(26)と、

前記第一ウエル領域に隣接する第二導電性の第二ウエル領域(28)と、

前記基板の表面に位置し、前記ショットキーデバイスの前記正端子(12)に結合され、  
前記第一ウエル領域よりも高濃度にドーブされ、且つ前記第一ウエル領域内にある、前  
記第一導電性である第一ドーブ領域(30)と、

前記第一ウエル領域の第一部分上の金属(38)であって、前記金属は前記ショットキ  
ー・ダイオード(16)の前記負端子であり、且つ前記第一ウエル領域の前記第一部分は  
前記ショットキー・ダイオード(16)の前記正端子である、前記金属(38)と、

前記第一ウエル領域の前記第一部分と前記第一ドーブ領域(30)との間の前記第一ウ  
エル領域内の第一素子分離領域(32)と、

前記第一ウエル領域の前記第一部分から離間し、前記第一ウエル領域内にあり、且つ前  
記基板の前記表面にある前記第二導電性のチャンネル領域(22)と、

前記チャンネル領域(22)の上方にあるゲート(40)と、

前記第二導電性であり、前記デプリーション・トランジスタの前記第一電流電極であり、  
前記チャンネル領域(22)よりも高濃度にドーブされ、且つ前記チャンネル領域(2  
2)に隣接し且つ接続され、且つ前記金属(38)の下にあり且つ前記金属(38)に接  
触する少なくとも一部を有する第二ドーブ領域(20)と、

前記チャンネル領域(22)から離間し、前記第二導電性であり、前記デプリーション  
・トランジスタの前記第二電流電極であり、前記基板の前記表面にあり、前記第二ウエル  
領域(28)内にあり、且つ前記ショットキーデバイスの前記負端子(14)である、第  
三ドーブ領域(36)と、

前記チャンネル領域(22)と前記第三ドーブ領域(36)との間にある第二素子分離  
領域(34)と、

を有する、ショットキーデバイス。

【請求項3】

前記第二導電性がN型である、請求項2に記載のショットキーデバイス。

【請求項4】

前記金属がケイ化コバルトである、請求項3に記載のショットキーデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体に関連し、特にショットキー・ダイオードのように動作することができ  
る半導体デバイスに関連する。

【背景技術】

【0002】

ショットキー・ダイオードはかなりの数の適応例で利用できることが長い間に見出され  
てきた。ショットキー・ダイオードは順バイアス方向において、様々な便利な機能を提供  
するPN接合ダイオードよりも低閾値を有する。典型的なショットキー・ダイオードの一  
つの重要な不利益は、逆バイアス方向における漏れ電流が、逆バイアス電圧の増加に従い  
指数的に増加することである。この効果は時には「障壁低下」と呼ばれる。一般的に改善  
が望まれる他の特性は、ブレイクダウン電圧である。ショットキー・ダイオードのI-V  
特性曲線は図1に示される。これは片対数目盛であり、電圧(V)は線型の目盛で、電流  
(I)は対数の目盛である。これは電流が逆バイアス電圧に伴い指数的に(対数プロット  
で直線的に)増加することを示し、且つブレイクダウン電圧(BV)が存在することを示  
す。このブレイクダウン電圧は、バックグラウンドのドーピング濃度を減少させること  
により50ボルトほど増加させることができるが、このことは順方向バイアス電流を減少さ  
せる。同様に、逆バイアス電圧を伴う漏れ電流の指数的増加のために、ブレイクダウ

10

20

30

40

50

ン電圧に近づくとつれ、漏れ電流は非常に大きくなる。

【 0 0 0 3 】

このことを改善するために、ショットキー・ダイオードの両側で高密度なドーブ領域を利用する技術が、障壁低下効果を「ピンチオフ」するために開発されてきた。この技術には障壁低下を実質的に消去する効果及びブレークダウン電圧を改善する効果もある。このアプローチに伴う問題として、処理が単純ではないこと、及びショットキー・ダイオードの大きさが大幅に増大することがあげられる。非常に一直線で垂直な障壁を有する深く且つ高濃度なドーブ領域を必要とするものが垂直的解決策である。これは達成困難な組み合わせであり、例え努力する価値があると考えられるときでも、深いコンタクトに依存する。絶縁処理及び離散処理のような垂直性を有する処理は、このピンチオフを達成するために必要な段階を加えてより修正することが可能である。C M O S及び混合信号処理のよう  
10

【 発明の開示 】

【 0 0 0 4 】

従って、漏れ及びノイズとつれブレークダウン電圧を改善したショットキーデバイスであって、水平処理でより単純に利用できるものへの需要が存在する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 5 】

本発明は、例示する方法により説明され、添付される図面により制限されない。図面において、近い参照番号は類似する構成要素を示す。  
20

図面における構成要素は単純性及び明快性を有するよう説明され、縮尺どおりに描かれる必要は無いことに、当業者は気づく。例えば、図面中のいくつかの構成要素の寸法は、本発明の実施形態の理解を助長するために他の構成要素に比べて比較的誇張されてもよい。

【 0 0 0 6 】

一態様において、ショットキー・ダイオード特性及びM O Sトランジスタを有する原理的なショットキー・ダイオード又はデバイスは直列に結合されて、順電流がわずかに劣化するだけで漏れ電流及びブレークダウン電圧の大幅な改善をもたらす。逆バイアスの場合、小さな逆バイアス電流は存在するが、M O Sトランジスタによりショットキー・ダイオードにかかる電圧は小さく保たれる。M O Sトランジスタがブレークダウン状態になるまで、ほとんどすべての逆バイアスがM O Sトランジスタにかかる。しかし、ショットキー・ダイオードが電流を制限するのでこのトランジスタのブレークダウンは始めから破壊的なわけではない。逆バイアス電圧が増加し続けるにつれて、ショットキー・ダイオードにより多くの電圧がかかり始める。このことにより漏れ電流は増加されるが、ブレークダウン電圧はトランジスタとショットキー・ダイオードとのブレークダウン電圧の間でいくらか追加される。電流が大幅に減少し、トランジスタ又はショットキー・ダイオードいずれか一つの場合よりも大きいブレークダウン電圧が正味の影響である。このことは、図面及び以下の記載を参照することによりより深く理解される。  
30

【 0 0 0 7 】

図1に示されるものは、ショットキー・ダイオード16、正端子12、負端子14、及びNチャンネル・トランジスタ18を備えるショットキーデバイス10である。本明細書で利用される記法では、ショットキーデバイスに順バイアスがかけられるときは電流は正端子12から負端子14に流れ、逆バイアスがかけられるときは漏れ電流が負端子14から正端子12に流れる。ショットキー・ダイオード16は正端子12に結合される正端子と負端子とを有する。トランジスタ18は、ショットキー・ダイオード16の負端子に端子20で接続される第一電極、正端子12に接続されるゲート、負端子14に接続される第二電極、正端子12に接続される本体、及びチャンネル領域22を有する。トランジスタ20の第一電極は、ショットキーデバイス10に順方向バイアスがかけられるときにドレインとして機能し、ショットキーデバイス10に逆方向バイアスがかけられるときにソ  
40  
50

ースとして機能する。チャンネル領域 22 はドーブされ、トランジスタ 18 は、例えば -0.2 ボルトの負の閾値電圧を有する N チャンネルのデプリーション・モードのトランジスタとなる。この閾値電圧はこれとは違ってよいが、好適には負であり、従って、デプリーション・モードのデバイスである。

【0008】

順バイアスの動作において、デプリーション・モードのデバイスであるために、トランジスタ 18 には導電性があり、端子 12 の電圧は端子 14 の電圧よりも高い。ショットキー・ダイオード 16 は自然な閾値電圧において導電性を得るので、ショットキーデバイス 10 はショットキー・ダイオード 16 の閾値電圧で導電性を得る。順バイアスが増加するにつれて、トランジスタ 18 は幾分導電性を得るが、ショットキー・ダイオード 16 が通常のショットキー・ダイオードのように端子 12 と端子 14 とをクランプするので、電圧増加に伴って最小の電圧しか増加できない。順方向バイアスの増加に従って、トランジスタ 18 の本体は端子 12 における上昇電圧に関係し、トランジスタ 18 の導電性に役に立つが、本体を第一電流電極に関係させることができ、デバイスはショットキー・ダイオードのようにまだ動作する。これらは、ショットキー・ダイオード 16 のみの場合と比べて、順バイアス電流におけるショットキーデバイス 10 にとっての小さな減少であり、トランジスタ 18 によりいくらかの抵抗が加えられたことに起因するが、このことはショットキー・ダイオードの大きさをわずかに増加させ、且つトランジスタ 18 の大きさを適切に調節することにより容易に保障され、所望の順電流を達成することができる。

【0009】

逆バイアスの動作において、端子 12 と端子 14 との間の任意の低電圧差動において、トランジスタ 18 には導電性があり、ショットキー・ダイオード 16 にかかる電圧差動に基づいてショットキー・ダイオード 16 には漏れ電流が流れる。端子 14 の電圧が端子 12 の電圧に比べて増加するに従い、トランジスタ 18 に電圧がかかる。端子 20 における電圧は端子 12 に比べて極端に増加することができず、トランジスタ 18 は絶縁状態になる。従って、トランジスタ 18 によりショットキー・ダイオードの負端子で電圧が制限される効果がある。-0.2 ボルトの閾値電圧を有するトランジスタ 18 のこの例では、トランジスタ 18 は端子 20 における電圧が端子 12 における電圧よりも約 0.5 ~ 1.0 ボルト大きくなるときに絶縁される。従って、ショットキー・ダイオード 16 にかかる電圧は、0.5 ~ 1.0 ボルト以下に制限される。このことは、漏れ電流がショットキー・ダイオード 16 にかかる 0.5 ~ 1.0 ボルトの逆方向バイアスに対する電流を超えることが防止され、これにより端子 12 及び端子 14 上の逆バイアス電圧がショットキー・ダイオード 16 にかかる場合に発生する、指数関数的な増加が回避される。

【0010】

図 3 に示されるものは、ショットキーデバイス 10 の逆バイアス方向における I - V 曲線である。これはショットキー・ダイオードに関する初期電流と、次にトランジスタ 18 のブレークダウン電圧  $B_T$  に達するまで、電流が平坦に保たれることを示す。これは、トランジスタ 18 がかなりの電圧を吸収し続け、その結果、ショットキー・ダイオード 16 は、端子 12 及び端子 14 に印加される逆バイアス電圧に比べて著しく少ない電圧で逆バイアスされるという事実によるものである。トランジスタ 18 がブレークダウンに達するとき、電流の増加があるが、電流がショットキー・ダイオード 16 により制限されるため、この点においては破壊的なブレークダウンではない。逆バイアスが増加するにつれ、電流は指数的に増加し始めるが、典型的なショットキー・ダイオードの電圧よりは非常に大きい。最終的に、ショットキーデバイス 10 のブレークダウン電圧  $B_D$  に達する。

【0011】

図 4 に示されるものは、ショットキー・ダイオード 16 及びトランジスタ 18 のショットキーデバイス 10 であり、P 型シリコンの基板 24、基板 24 中の P 型のウエル 26、基板 24 中の N 型ウエル 28、P+ がドーブされたコンタクト領域 30、コンタクト領域 30 に隣接する素子間分離領域 32、ウエル 26 における領域を囲み且つ素子間分離領域 32 に隣接する部分がある N+ 領域であるコンタクト 20、N- がドーブされ且つコ

10

20

30

40

50

ンタクト 20 の一部に隣接するチャンネル領域 22、チャンネル領域 22 から離れた素子間分離領域 34、N+ がドーブされたコンタクト領域 36、領域 20 により囲まれる部分を覆いつくす、ショットキー・ダイオード 16 の負端子としての金属 38、チャンネル領域 22 及び素子間分離領域 34 の一部、そしてチャンネル 22 と素子間分離領域 34 との間のウエル 53 の一部の上にあるゲート 40、及びゲート 40 の下にあるゲート絶縁 42 を備えるデバイスの構造を備える。ゲート絶縁 42 及びゲート 40 は領域 26 と 28 の両方に重複するように設計される。コンタクト 20 と領域 30、23、20、22、34 及び 36 とは基板 24 の表面から短距離だけ下に伸びる。

#### 【0012】

コンタクト領域 30 はウエル 26 へのコンタクトとしての役割を果たし、ひいてはトランジスタ 18 及びショットキー・ダイオード 16 の正端子に対するコンタクトとしての役割を果たす。コンタクト 20 は、ショットキー・ダイオード 16 の従来のガードリングとしての役割、トランジスタ 18 の第一電極としての役割、及びショットキー・ダイオード 16 の負端子とトランジスタ 18 の第一電極との間のコンタクトとしての役割を果たす。チャンネル領域 22 はウエル 26 からウエル 28 に広がる。素子間分離領域 34 はコンタクト領域 36 をチャンネル 22 から分離し、トランジスタ 18 のブレイクダウン電圧を増加する。ウエル 28 のようなウエル本体を有するトランジスタのこのタイプの構成は、部分的にチャンネルの下にあり、ゲート 40 とコンタクト 36 との間のオフ状態において高電圧であってよい領域 28 は、MOS トランジスタのブレイクダウン電圧を増加させるための周知の構造である。コンタクト領域 36 はショットキーデバイス 10 の負端子の接点

#### 【0013】

図 4 に示されるこのデバイスの構造により、従来のショットキー・ダイオードが従来の高ブレイクダウン電圧の MOS 構造に、図 2 の回路で達成されるように組み合わせられ、集積することによるいくつかの効果をも有する。これに必要な処理は当業者には周知のことであり、例えば素子分離領域 34 の幅及びゲート 40 の端からの領域 36 の距離などを調整することにより、このタイプの構造を利用してブレイクダウン電圧は調整可能であることを当業者は認識する。本発明のこの実施形態の有効性は、ショットキー・ダイオードの正端子コンタクト及びトランジスタ本体コンタクト両方としてコンタクト領域 30 を利用することにある。他の有効性は、ショットキー・ダイオードの従来のガードリングをトランジスタのドレインとして利用し、これによりまた、ショットキー・ダイオードとトランジスタとの間のコンタクトを実現することである。これらの効果により複雑な処理が導入されない。従って、このことは水平処理技術を利用して漏れ電流及びブレイクダウン電圧を改善することが容易に達成でき、ピンチオフ・アプローチに必要な垂直処理技術を利用する必要が無いことは明らかである。

#### 【0014】

図 5 に示されるものは、図 2 の回路を実現するための別のデバイス構造 50 である。デバイス構造 50 は、P 型の基板 51、P ウエル 52、N ウエル 53、P+ がドーブされた領域 54、領域 54 に隣接する N- がドーブされてウエル 52 からウエル 56 まで横切る領域 56 及びチャンネル領域 56 から離れた素子分離 62、N+ がドーブされ領域 64 に隣接する領域 64、領域 54 及び 56 の一部の上の金属 58、領域 58 から離れて領域 52、53 及び 56 と素子分離領域 62 との一部に重複するゲート 60、及びゲート 60 の下のゲート絶縁を備える。チャンネル領域 56 を形成するインプラントもウエル 53 が受け、N+ にならない程度ウエル 53 の表面で N 型ドーピング濃度が増加する。この場合、ショットキー・ダイオードの正端子は金属 58 であり、負端子は金属 58 の下の領域 56 の一部である。トランジスタは、ゲート 60 が金属 58 から離されている領域 56 を介してショットキー・ダイオードにコンタクトする第一電極を有する。トランジスタがデプリーション・モードになることを提供するチャンネルはゲート 60 の下の領域 56 の一部である。ウエル 53、領域 62、及び領域 64 はブレイクダウン電圧が増加したトランジスタを提供し、領域 64 はまた、ショットキーデバイス 50 の負端子のコンタクトをも提供

する。端子 57 はショットキーデバイス 50 の正端子として金属 58 及びゲート 60 の両方にコンタクトされる。領域 54 は金属 54 を介して正端子 57 へトランジスタの本体へのコンタクトを提供する。従って、回路 2 に記載される接続は図 5 に示されるこの構造で満たされる。

#### 【0015】

図 6 に示されるものは、図 2 の回路を形成する第二の別のショットキーデバイス 70 である。ショットキーデバイス 70 は、基板 72、P+ の領域 74、領域 74 に隣接する N- の領域 76、領域 76 に隣接する N+ の領域、領域 74 の一部及び領域 76 の上の金属 80、領域 76 の一部の上で金属 80 から離れたゲート 82、及びゲート 82 の下のゲート絶縁 83 を備える。ゲート 82 は領域 78 から領域 76 により離される。ショットキーデバイス 70 の正端子 71 はゲート 82 及び金属 80 の両方に接続される。トランジスタへの本体コンタクトは端子 71 から金属 80 を通じて領域 74 まで、従って基板 72 までである。金属 80 はショットキー・ダイオードの正端子である。金属 80 の下の領域 76 の一部はショットキー・ダイオードの負端子である。金属 80 及びゲート 82 とが離れる領域 76 の部分はトランジスタの第一電極であり、且つトランジスタの第一電極とショットキー・ダイオードの負端子との間のコンタクトでもある。トランジスタのチャンネルはゲート 82 の下の領域 76 の一部である。第二電極は領域 76 の一部であり、領域 78 に隣接し且つゲート 82 の下ではない。ショットキーデバイス 70 の負端子は領域 78 に接続される端子 81 であり、領域 78 は代わりにトランジスタの第二電極に接続される。このアプローチは、ゲート 82 と領域 78 との間の領域 76 の一部に依存し、必要なブレークダウン電圧を実現する。従って、回路 2 に記載される接続は、図 6 に示されるこの構造で満たされる。

#### 【0016】

本明細書において、ショットキー・ダイオードは、十分にドープされた半導体領域と接して PN 接合のものよりも低い順バイアス閾値を有するダイオードが形成されるような金属領域から形成されるダイオードとなるように考慮されている。ショットキー同等のデバイスにより図 1 に示されるような特性曲線が示され、ショットキー同等のデバイスにはショットキー・ダイオード及び「擬ショットキー・ダイオード」と題される米国特許番号 6,476,442 B1 号明細書のような他の構造が含まれる。ショットキーデバイスはショットキー同等のデバイス及び改良を含む構造であり、改良とはショットキー同等のデバイスの性能を改良することである。

#### 【0017】

図 7 に示されるものは、ショットキーデバイス 84 の回路図であって、ショットキー・ダイオードとデプリーション・トランジスタとを組み合わせることを記載した方法でデプリーション・トランジスタと組み合わせられるショットキー同等のデバイスを利用する。ショットキーデバイス 84 はトランジスタ 90 及びトランジスタ 92 を備える。この場合、トランジスタ 90 は例えば 0.2 ボルトを超えないが負ではない非常に低い閾値電圧を有する非デプリーション・トランジスタである。トランジスタ 92 はデプリーション・トランジスタである。この実施形態において、両トランジスタは N チャンネルである。トランジスタ 90 はショットキー同等のデバイスとして動作するように接続される。トランジスタ 90 は端子 86 に接続される第一電極を有し、ショットキーデバイス 84 の正端子であり、ゲートが端子 86 に接続され、本体が端子 86 に接続され、且つショットキー同等のデバイスの負端子としての第二電極である。トランジスタ 90 の本体、第一電極、及びゲートは互いに結合され、ショットキーデバイスの正端子として動作する。トランジスタ 92 はトランジスタ 90 の第二電極に接続される第一電極、端子 86 に接続されるゲート、端子 86 に接続される本体、及び端子 88 に接続される第二電極を有し、端子 88 はショットキーデバイス 84 の負端子である。

#### 【0018】

これまでの明細書において、本発明は特定の実施形態を参照して記載されてきた。しかし、当業者は様々な改良及び変化が以下の請求項で説明されるような本発明の範囲から逸

10

20

30

40

50

脱せず成され得ることを認識する。例えば、シリコンとは異なる他の半導体物質が基板として利用されてもよい。導電性は同様の結果を実現するために逆転されてもよい。ショットキー・ダイオードで利用される金属はケイ化コバルトと異なってもよい。二つのものが接続されたとして記載されてきたが、それらはまた、直結される代わりに間に何か挟まった構造により結合されてもよい。従って、明細書及び図面は制限というよりはむしろ説明と見なされるべきであり、このような全ての改良は本発明の範囲に含まれることが意図される。

【0019】

利点、他の優位性、及び問題の解法が、特定の実施形態に関して本明細書に記載されてきた。しかし、利点、優位性、問題の解法及び任意の利点、優位性又は解法をもたらすか、又は解法をより明確にすることの要因となるかもしれない任意の要素は、任意又は全ての請求項の決定的に重要な、必要な、又は本質的な特徴又は要素として構成されるべきではない。本明細書で利用されるように、用語「備える」、「備えている」又はこの任意の活用形は非排他的包含を含むことが意図されており、要素のリストを備える処理、方法、物件、又は装置はこれらの要素を含むだけでなく、明白にリストされない又は本来備わっている処理、方法、物品又は装置のような他の要素を含んでもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0020】

- 【図1】従来のショットキー・ダイオードのI - V 曲線。
- 【図2】本発明の実施形態に従うショットキーデバイスの回路図。
- 【図3】第一形態に従う図2のショットキーデバイスの断面図。
- 【図4】図2のショットキーデバイスのI - V 曲線。
- 【図5】第二形態に従う図2のショットキーデバイスの断面図。
- 【図6】第三形態に従う図2のショットキーデバイスの断面図。
- 【図7】図2の別の実施形態に従うショットキーデバイスの回路図。

20

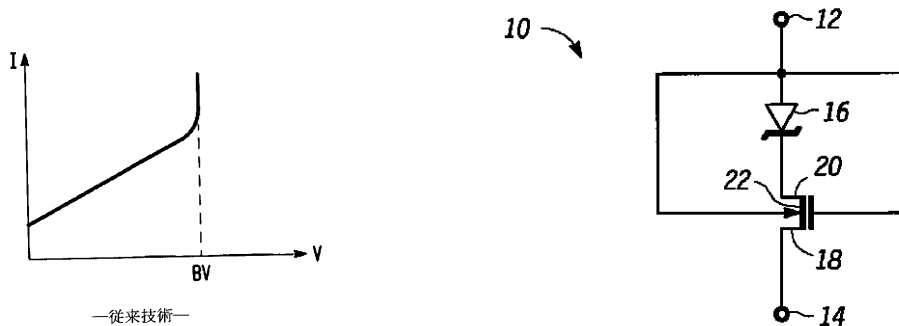


FIG. 2

【図3】

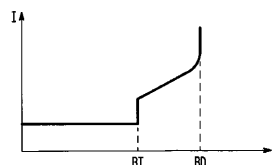


FIG. 3



## フロントページの続き

- (72)発明者 ケムカ、ピシュヌ ケイ .  
アメリカ合衆国 85048 アリゾナ州 フェニックス イー . マウンテン スカイ 315
- (72)発明者 チュー、ロングア  
アメリカ合衆国 85248 アリゾナ州 チャンドラー ダブリュ . ノラン ウェイ 953
- (72)発明者 ボース、アマタバ  
アメリカ合衆国 85283 アリゾナ州 テンピ エス . ケンウッド レーン 6720

審査官 小田 浩

- (56)参考文献 米国特許第06476442 (US, B1)  
特表平09-508492 (JP, A)  
特開2001-230425 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 29/47  
H01L 21/8234  
H01L 27/06  
H01L 29/872  
H03K 19/0944