

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5519790号  
(P5519790)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 27/105 (2006.01)

H01L 27/10 448

H01L 45/00 (2006.01)

H01L 45/00 Z

H01L 49/00 (2006.01)

H01L 49/00 Z

請求項の数 18 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-520684 (P2012-520684)  
 (86) (22) 出願日 平成22年7月9日(2010.7.9)  
 (65) 公表番号 特表2012-533193 (P2012-533193A)  
 (43) 公表日 平成24年12月20日(2012.12.20)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/041545  
 (87) 國際公開番号 WO2011/008651  
 (87) 國際公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)  
 審査請求日 平成24年10月22日(2012.10.22)  
 (31) 優先権主張番号 12/501,533  
 (32) 優先日 平成21年7月13日(2009.7.13)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500373758  
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー  
 アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ・ブールバード、10200  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 ローロフス、アンドレアス  
 アメリカ合衆国、55346 ミネソタ州  
 、エデン・プレーリー、ボイド・アベニュー  
 、7017  
 (72) 発明者 ジーゲルト、マルクス  
 アメリカ合衆国、55409 ミネソタ州  
 、ミネアポリス、コルファックス・アベニュ・サウス、4333

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スイッチングが向上したPCMOS不揮発性抵抗メモリ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層と、  
 結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層の上に配置され、抵抗感知メモリスタックを形成する、非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層と、  
 抵抗感知メモリスタックによって隔てられた第1および第2の電極と、  
 前記非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層から前記結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層を隔てる酸素拡散バリア層とを含む、抵抗感知メモリセル。

## 【請求項2】

結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層は10~75ナノメートルの範囲の厚さを有し、非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層は1~7ナノメートルの範囲の厚さを有する、請求項1に記載の抵抗感知メモリセル。

## 【請求項3】

第1および第2の電極は貴金属から形成される、請求項1または2に記載の抵抗感知メモリセル。

## 【請求項4】

酸素拡散バリア層は金属の酸素拡散バリア層である、請求項1に記載の抵抗感知メモリセル。

## 【請求項5】

10

20

酸素拡散バリア層は1～10ナノメートルの範囲の厚さを有する、請求項4に記載の抵抗感知メモリセル。

【請求項6】

酸素拡散バリア層はプラチナ層である、請求項4に記載の抵抗感知メモリセル。

【請求項7】

プラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物は $P_{r_{1-x}}C_{a_x}MnO_3$ を含み、式中、Xは0.2～0.6の範囲にある、請求項1～6のいずれか1項に記載の抵抗感知メモリセル。

【請求項8】

酸素拡散バリア層は導電性酸化物の酸素拡散バリア層である、請求項1に記載の抵抗感知メモリセル。 10

【請求項9】

不揮発性メモリセルであって、

結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層と、

非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層と、

非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層から結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層を隔て、抵抗感知メモリスタックを形成する、酸素拡散バリア層とを含み、酸素拡散バリア層は、電気バイアスがある場合には酸素イオンがそれを通り抜けるようにするものの、電気バイアスがない場合には酸素または酸素イオンがそれを通り抜けることを阻止し、前記不揮発性メモリセルはさらに、 20

抵抗感知メモリスタックによって隔てられた第1および第2の電極を含む、不揮発性メモリセル。

【請求項10】

結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層は10～75ナノメートルの範囲の厚さを有し、非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層は1～7ナノメートルの範囲の厚さを有する、請求項9に記載の不揮発性メモリセル。

【請求項11】

酸素拡散バリア層は1～10ナノメートルの範囲の厚さを有する、請求項1～10に記載の不揮発性メモリセル。

【請求項12】

第1および第2の電極は、タンゲステン、ニッケル、モリブデン、プラチナ、金、パラジウム、ロジウム、およびそれらの合金、混合物または組合せから形成される、請求項9～11のいずれか1項に記載の不揮発性メモリセル。 30

【請求項13】

酸素拡散バリア層は、プラチナを含む、金属の酸素拡散バリア層である、請求項9～12のいずれか1項に記載の不揮発性メモリセル。

【請求項14】

プラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物は $P_{r_{1-x}}C_{a_x}MnO_3$ を含み、式中、Xは0.2～0.6の範囲にある、請求項9～13のいずれか1項に記載の不揮発性メモリセル。 40

【請求項15】

酸素拡散バリア層は、IrO、RuO、SrRuO<sub>3</sub>、ランタン・カルシウム・マンガン酸化物、またはそれらの組み合わせを含む、導電性酸化物の酸素拡散バリア層である、請求項9～14のいずれか1項に記載の不揮発性メモリセル。

【請求項16】

第1の電極の上に結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層を堆積させるステップと、

結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層の上に非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層を堆積させるステップと、

非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層の上に第2の電極を堆積させ 50

、抵抗感知メモリセルを形成するステップと、

前記結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層と前記非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物の層との間に酸素拡散バリア層を堆積させるステップとを含む、方法。

【請求項 17】

結晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物は、少なくとも摂氏400度の温度で堆積される、請求項16に記載の方法。

【請求項 18】

非晶質のプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物は、摂氏400度未満の温度で堆積される、請求項16または17に記載の方法。 10

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

背景

普及するコンピュータおよび携帯／通信業界の急成長は、大容量の不揮発性固体データ記憶装置に対する爆発的な需要を生み出してきた。電子がトンネルするフローティングゲートを利用する、フラッシュメモリなどの現在の技術は、遅いアクセス速度、限られた耐久性、および集積しにくさといったいくつかの欠点を有する。フラッシュメモリ(NANDまたはNOR)はまた、著しいスケーリングの問題にも直面している。

【0002】

抵抗感知メモリは、データビットを高抵抗状態または低抵抗状態のいずれかとして記憶することにより、将来の不揮発性および汎用メモリの有望な候補である。そのようなメモリの1つである抵抗RAM(RRAM(登録商標))は、電流または電圧の印加によって(たとえば、導電性フィラメントまたは界面効果変動の有無により)高抵抗状態と低抵抗状態との間でスイッチング可能な可変抵抗層を有する。 20

【0003】

しかしながら、抵抗感知メモリが生産段階に入る前に、より良好なスイッチング電流特性を含む、歩留まりを制限する多くの要因を克服しなければならない。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】 30

【0004】

簡単な概要

この開示は、カルシウムをドープした亜マンガン酸プラセオジム、またはプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物(以下、PCM0という)の二重層を含む不揮発性抵抗感知メモリに関する。特に、この開示は、結晶質のPCM0の層と、結晶質のPCM0の層の上に配置され、抵抗感知メモリスタックを形成する、非晶質のPCM0の層とを含む、抵抗メモリセルに関する。いくつかの実施例では、抵抗感知メモリスタックは、非晶質のPCM0の層から結晶質のPCM0の層を隔てる酸素拡散バリア層を含む。

【0005】

例示的な一実施例では、抵抗感知メモリセルは、結晶質のPCM0の層と、結晶質のPCM0の層の上に配置され、抵抗感知メモリスタックを形成する、非晶質のPCM0の層とを含む。抵抗感知メモリスタックによって、第1および第2の電極が隔てられている。抵抗感知メモリセルはさらに、非晶質のPCM0の層から結晶質のPCM0の層を隔てる酸素拡散バリア層を含んでいてもよい。 40

【0006】

これらのおよびさまざまな他の特徴ならびに利点は、以下の詳細な説明を読めば明らかとなるであろう。

【0007】

この開示は、以下のこの開示のさまざまな実施例の詳細な説明を添付図面に関連して検討することによって、より完全に理解されるであろう。 50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

【図1】例示的な不揮発性抵抗感知メモリセルの概略側面図である。

【図2】別の例示的な不揮発性抵抗感知メモリセルの概略側面図である。

【図3】半導体トランジスタを含む例示的な不揮発性抵抗感知メモリセルの概略図である。  
。

【図4】例示的な不揮発性抵抗感知メモリアレイの概略図である。

【図5】不揮発性抵抗感知メモリセルを形成する例示的な方法のフローチャートである。

【図6A】製造のある段階における不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。

10

【図6B】製造のある段階における不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。

【図6C】製造のある段階における不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。

【図7】不揮発性抵抗感知メモリセルを形成する別の例示的な方法のフローチャートである。

【図8A】製造のある段階における別の不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。  
。

【図8B】製造のある段階における別の不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。  
。

【図8C】製造のある段階における別の不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。  
。

【図8D】製造のある段階における別の不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。  
。

20

## 【発明を実施するための形態】

## 【0009】

図面は必ずしも縮尺通りに描かれてはいない。図面に使用される同じ番号は同じ構成要素を示す。しかしながら、所与の図面においてある構成要素を示すためにある数を使用することは、同じ番号が付けられた別の図面のその構成要素を限定するよう意図されてはいない、ということが理解されるであろう。

## 【0010】

## 詳細な説明

以下の説明では、この一部を形成し、いくつかの特定の実施例を例示のために示す、1組の添付図面を参照する。この開示の範囲または精神から逸脱することなく、他の実施例が考えられること、および作られてもよいことが理解されるべきである。したがって、以下の詳細な説明は、限定的な意味で解釈されるべきではない。

30

## 【0011】

特に指定のない限り、明細書および請求項で使用される形状構成のサイズ、量、および物理的特性を表わす数はすべて、「約」という用語によってあらゆる場合に変更されるものとして理解されるべきである。したがって、逆の指定がない限り、前述の明細書および添付される請求項で述べられる数値パラメータは、当業者がここに開示された教示を利用して得ることが求められる所望の特性に依存して変わり得る近似値である。

## 【0012】

40

本明細書および添付される請求項で使用されているように、単数形は、内容が明らかに別のものを示していない限り、複数の指示対象を有する実施例を包含している。本明細書および添付される請求項で使用されているように、「または」という用語は、内容が明らかに別のものを示していない限り、概して「および／または」を含む意味で使用される。

## 【0013】

「下部」、「上部」、「真下」、「下方」、「上方」、および「上に」を含むがこれらに限定されない、空間に関する用語は、ここで使用される場合、ある要素の別の要素に対する空間的関係を説明するのに、説明を容易にするために利用される。そのような空間に関する用語は、図面に示され、ここに説明される特定の配向に加え、使用または動作中のデバイスの異なる配向を包含する。たとえば、図面に示すセルが引っくり返された場合、

50

以前に他の要素の下方または真下にあるとして説明された部分は、それらの他の要素の上方となるであろう。

#### 【0014】

ここで使用されるように、ある要素、構成要素、または層が、たとえば、別の要素、構成要素、または層「の上にあり」、「に接続され」、「と結合され」、または「と接触して」いるとして説明される場合、それはたとえば、その特定の要素、構成要素、または層の直上にあり、直接接続され、直接結合され、直接接触されてもよく、もしくは、介在する要素、構成要素、または層が、その特定の要素、構成要素、または層の上にあり、接続され、結合され、または接触していてもよい。ある要素、構成要素、または層がたとえば別の要素「の直上にあり」、「に直接接続され」、「と直接結合され」、または「と直接接触して」いるとして言及されている場合、たとえば介在する層、構成要素、または層は存在しない。10

#### 【0015】

この開示は、カルシウムをドープした亜マンガン酸プラセオジム、またはプラセオジム・カルシウム・マンガン酸化物、すなわち $\text{PCM}\text{O}$ （たとえば、 $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ）の二重層を含む不揮発性抵抗感知メモリに関する。特に、この開示は、結晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層と、結晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層の上に配置され、抵抗感知メモリスタックを形成する、非晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層とを含む、抵抗メモリセルに関する。いくつかの実施例では、抵抗感知メモリスタックは、非晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層から結晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層を隔てる酸素拡散バリア層を含む。これらのデバイスは、より低い電圧（約1ボルト）または電流でスイッチングし、他の単層の $\text{PCM}\text{O}$ デバイスよりも対称的なスイッチング特性を提供することが示してきた。加えて、酸素拡散バリア層を含むことは、メモリセルのデータ状態保持を改良することが示してきた。この開示はそう限定されてはいないが、以下に提供する例の説明から、この開示のさまざまな局面の理解が得られるであろう。20

#### 【0016】

図1は、例示的な不揮発性抵抗感知メモリセル10の概略側面図である。抵抗感知メモリセル10は、結晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層16と、結晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層16の上に配置され、抵抗感知メモリスタック18を形成する、非晶質の $\text{PCM}\text{O}$ の層15とを含む。抵抗感知メモリスタック18によって、第1の電極12および第2の電極14が隔てられている。30

#### 【0017】

$\text{PCM}\text{O}$ という用語は、 $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ を示す（式中、Xはいくつかの実施例では0.2～0.6の範囲にある）。貴金属または酸化物の電極間に堆積したこの材料は、抵抗感知メモリ材料の有望な候補である。この材料は、フィラメント形成RAM（登録商標）とは対照的に、界面効果RAM（登録商標）を提供する。フィラメント形成RAM（登録商標）とは対照的に、界面効果RAM（登録商標）材料は2つ以上の材料を含有する複合金属酸化物であり、これらの材料には初期形成が要求されてはいない。電流を材料に一方向に印加することは、材料を高抵抗状態に置く。電流を材料に逆方向に印加することは、材料を低抵抗状態に置く。しかしながら、この材料は数々の欠点を抱えていると思われる。この材料は、3～5ボルトの範囲の比較的高いスイッチング電圧を必要とし、第2にこの材料は、一方向におけるスイッチング電圧が逆方向のスイッチング電圧よりも50%大きい非対称的なスイッチングを有すると思われる。加えて、この材料は、少ないデータ状態保持期間を呈すると思われる。ここに説明する抵抗感知メモリセル構成は、これらの不備を克服すると思われる。40

#### 【0018】

$\text{PCM}\text{O}$ 材料が摂氏400度よりも高い温度で堆積された場合、 $\text{PCM}\text{O}$ 材料は結晶構造を形成する。この結晶構造は、 $\text{PCM}\text{O}$ 材料の導電性を改良する。 $\text{PCM}\text{O}$ 材料が摂氏400度未満、または摂氏375度未満、または摂氏350度未満の温度で堆積された場合、 $\text{PCM}\text{O}$ 材料は非晶質である。非晶質の $\text{PCM}\text{O}$ 材料は、結晶質の $\text{PCM}\text{O}$ 材料よりも優れた電気絶縁体である。50

## 【0019】

結晶質のPCM<sub>O</sub>材料は、非晶質のPCM<sub>O</sub>材料のための酸素供給源としてさらに機能する酸化物導体として作用する。非晶質のPCM<sub>O</sub>材料はトンネルバリアを形成し、トンネルバリアの高さまたは厚さは非晶質のPCM<sub>O</sub>材料の酸素濃度によって制御される。多くの実施例では、非晶質のPCM<sub>O</sub>は1~10ナノメートル、または1~7ナノメートル、または1~5ナノメートルの範囲の厚さを有し、結晶質のPCM<sub>O</sub>材料は10~100ナノメートル、または10~75ナノメートル、または20~50ナノメートルの範囲の厚さを有する。PCM<sub>O</sub>層間の酸素イオン移動により、メモリセルは、高抵抗データ状態と低抵抗データ状態との間でスイッチングするようになる。

## 【0020】

10

電極12、14は、任意の有用な不活性の導電性材料から形成可能である。多くの実施例では、電極12、14は、たとえばタンゲステン(W)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、プラチナ(Pt)、金(Au)、パラジウム(Pd)、およびロジウム(Rh)などの貴金属または不活性金属から形成される。第1の電極12は基板の上に形成可能であるが、基板の上に形成されなくてもよい。基板は、利用される場合、シリコン、シリコンとゲルマニウムとの混合物、および他の同様の材料を含んでいてもよい。図1および図2はオプションの基板を示していない。

## 【0021】

図2は、別の例示的な不揮発性抵抗感知メモリセル10の概略側面図である。抵抗感知メモリセルまたは不揮発性メモリセル10は、結晶質のPCM<sub>O</sub>の層16と、非晶質のPCM<sub>O</sub>の層15と、非晶質のPCM<sub>O</sub>の層15から結晶質のPCM<sub>O</sub>の層16を隔て、抵抗感知メモリスタック18を形成する、酸素拡散バリア層17とを含む。抵抗感知メモリスタック18によって、第1の電極12および第2の電極14が隔てられている。

20

## 【0022】

酸素拡散バリア層17は、メモリセルの熱安定性を高める。酸素拡散バリア層17は、電気バイアスがある場合には酸素イオンがそれを通り抜けるようにするものの、電気バイアスがない場合には酸素または酸素イオンがそれを通り抜けることを阻止する任意の有用な材料から形成可能である。有用な酸素拡散バリア層17の材料の例は、金属または導電性酸化物を含む。金属の酸素拡散バリア層材料は、たとえばプラチナを含む。導電性酸化物の酸素拡散バリア層材料は、たとえばIrO、RuO、SrRuO<sub>3</sub>、ランタン・カルシウム・マンガン酸化物(すなわち、LCMO)などを含む。酸素拡散バリア層17は、任意の有用な厚さを有し得る。多くの実施例では、酸素拡散バリア層17は、1~10ナノメートル、または2~10ナノメートルの範囲の厚さを有する。

30

## 【0023】

ある電圧電位が抵抗感知メモリスタック18の両端に第1の方向に印加されると、酸素イオンが、結晶質のPCM<sub>O</sub>の層16から、酸素拡散バリア層17を通って、非晶質のPCM<sub>O</sub>の層15へと駆動される。このプロセスは電界によって駆動される。酸素拡散バリア層17を通る拡散は、結晶質のPCM<sub>O</sub>16および非晶質のPCM<sub>O</sub>の層15の隣り合う表面間の酸素イオンの濃度勾配によって駆動される。電圧が取除かれると、現在非晶質のPCM<sub>O</sub>の層15にある酸素は酸素拡散バリア層17を通って駆動されず、酸素勾配は存在しないであろう。これは、酸素拡散バリア層17を通る酸素拡散を減少させ、不揮発性抵抗感知メモリセル10のメモリ保持を高める。

40

## 【0024】

図3は、半導体トランジスタ22を含む例示的な不揮発性抵抗感知メモリセル20の概略図である。メモリセルまたはユニット20は、導電要素24を介して半導体トランジスタ22に電気的に結合された、ここに説明するような抵抗感知メモリセル10を含む。トランジスタ22は、ドープ領域(たとえば、nドープ領域として示す)と、ドープ領域間のチャネル領域(たとえば、pドープされたチャネル領域として示す)とを有する半導体基板21を含む。トランジスタ22は、選択および電流がビット線BLからメモリセル10に流れるようにワード線WLに電気的に結合されたゲート26を含む。抵抗感知メモリ

50

ユニット20のアレイを、半導体作製手法を利用して半導体基板の上に形成することができる。

**【0025】**

図4は、例示的な不揮発性抵抗感知アレイ30の概略図である。メモリアレイ30は、クロスポイントアレイを形成する複数のワード線WLと複数のビット線BLとを含む。ここに説明されるような抵抗感知メモリセル10は、各クロスポイントで、ワード線WLおよびビット線BLに電気的に結合される。選択デバイス(図示せず)が、各クロスポイントに、またはワード線WLおよびビット線BLの各々にあってもよい。

**【0026】**

図5は、不揮発性抵抗感知メモリセルを形成する例示的な方法のフローチャートである。図6A～6Cは、製造のさまざまな段階における不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。

10

**【0027】**

図6Aにおいて、図5のブロック110で、第1の電極12の上に結晶質のPCM0の層16が堆積される。結晶質のPCM0の層16は、PCM0の層16に結晶構造を形成するのに十分な温度で堆積される。多くの実施例では、堆積温度は摂氏400度よりも高い。結晶質のPCM0の層16および第1の電極12は双方とも、物理気相成長、化学気相成長、電気化学堆積、分子線エピタキシー、および原子層堆積によって形成可能である。図示されてはいないが、第1の電極12は基板の上に堆積可能である。基板は、シリコン、シリコンとゲルマニウムとの混合物、および他の同様の材料を含むが、それらに限定されない。

20

**【0028】**

図6Bにおいて、図5のブロック120で、結晶質のPCM0の層16の上に非晶質のPCM0の層15が堆積される。非晶質のPCM0の層15は、非晶質または非結晶質のPCM0の層15を形成するのに十分な温度で堆積される。多くの実施例では、堆積温度は摂氏400度未満、または摂氏375度未満、または摂氏350度未満である。

**【0029】**

図6Cにおいて、図5のブロック130で、非晶質のPCM0の層15の上に第2の電極14が堆積される。第2の電極14は、上述の堆積方法を用いて形成可能である。第2の電極14の上に、追加の金属接触層が形成可能である。

30

**【0030】**

図7は、不揮発性抵抗感知メモリセルを形成する別の例示的な方法のフローチャートである。図8A～8Dは、製造のさまざまな段階における別の不揮発性抵抗感知メモリセルの概略断面図である。

**【0031】**

図8Aにおいて、図7のブロック210で、第1の電極12の上に結晶質のPCM0の層16が堆積される。上述のように、結晶質のPCM0の層16は、PCM0の層16に結晶構造を形成するのに十分な温度で堆積される。図示されてはいないが、第1の電極12は基板の上に堆積可能である。基板は、シリコン、シリコンとゲルマニウムとの混合物、および他の同様の材料を含むが、それらに限定されない。

40

**【0032】**

図8Bにおいて、図7のブロック220で、結晶質のPCM0の層16の上に酸素拡散バリア層17が堆積される。酸素拡散バリア層17は、上述の堆積方法を用いて形成可能である。

**【0033】**

図8Cにおいて、図7のブロック230で、酸素拡散バリア層17の上に非晶質のPCM0の層15が堆積される。上述のように、非晶質のPCM0の層15は、非晶質または非結晶質のPCM0の層15を形成するのに十分な温度で堆積される。

**【0034】**

図8Dにおいて、図7のブロック240で、非晶質のPCM0の層15の上に第2の電

50

極 14 が堆積される。第 2 の電極 14 は、上述の堆積方法を用いて形成可能である。第 2 の電極 14 の上に、追加の金属接触層が形成可能である。

【 0 0 3 5 】

このように、スイッチングが改良された不揮発性抵抗感知メモリの実施例が開示されている。上述の実現化例および他の実現化例は、請求の範囲内にある。この開示が開示されたもの以外の実施例で実践可能であることは、当業者であれば理解するであろう。開示された実施例は限定のためではなく例示のために提示されており、この発明は請求項によってのみ限定される。

【 図 1 】

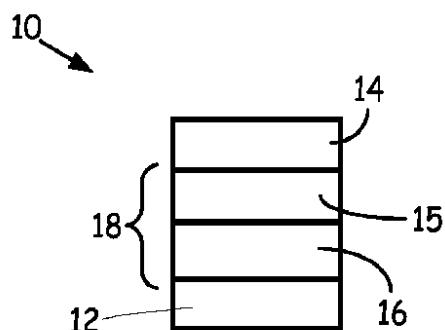


FIG. 1

【 図 2 】

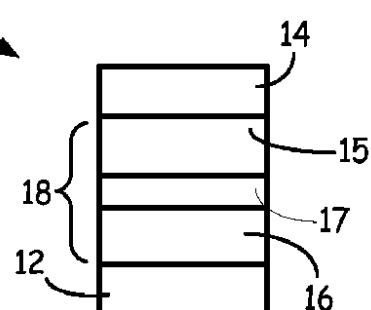


FIG. 2

【 図 3 】

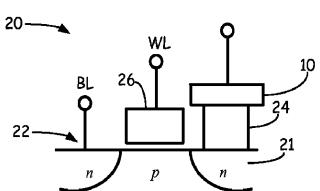


FIG. 3

【図4】

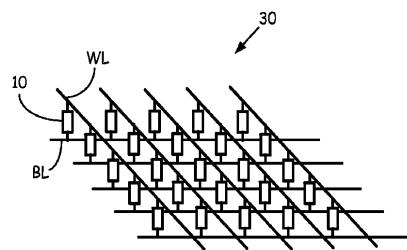


FIG. 4

【図5】

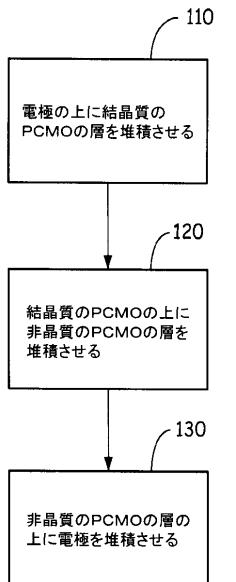


FIG. 5

【図6A】

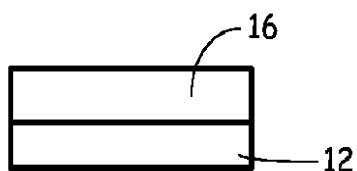


FIG. 6A

【図6B】

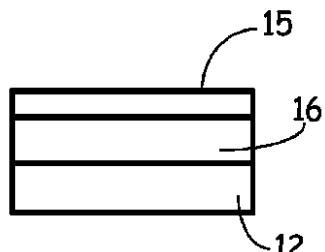


FIG. 6B

【図6C】

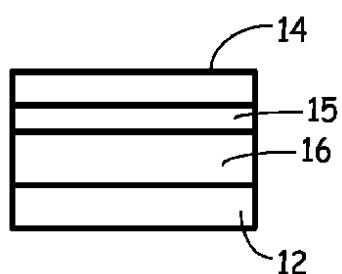
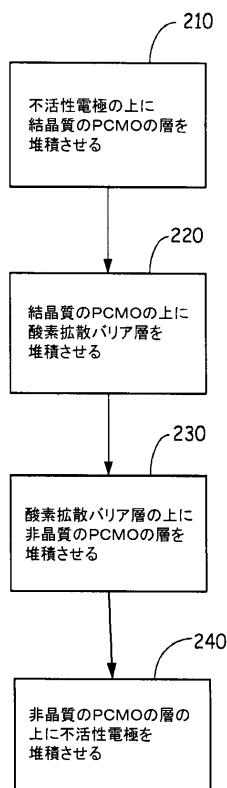


FIG. 6C

【図 7】



【図 8 A】

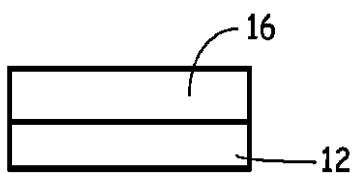


FIG. 8A

【図 8 B】

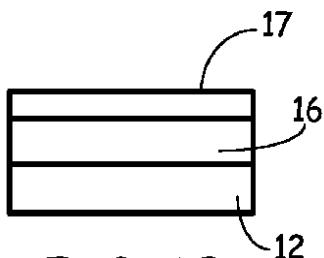


FIG. 8B

【図 8 C】

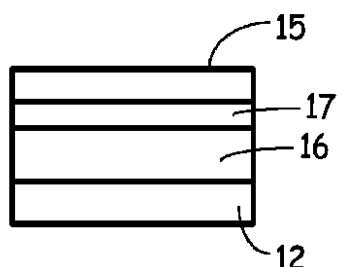


FIG. 8C

【図 8 D】

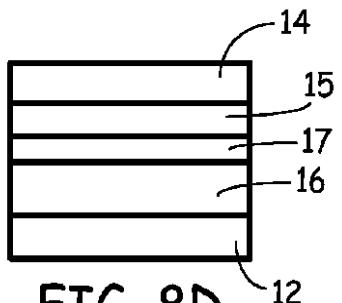


FIG. 8D

---

フロントページの続き

- (72)発明者 バイスヤナタン , ベヌゴーパラン  
アメリカ合衆国、55437 ミネソタ州、ブルーミントン、ハリソン・ロード、9851、アパートメント・308
- (72)発明者 ティエン , ウェイ  
アメリカ合衆国、55437 ミネソタ州、ブルーミントン、ウェスト・ナインティエイトス・ストリート、4101、ナンバー・202
- (72)発明者 アン , ヨンチョル  
アメリカ合衆国、55122 ミネソタ州、イーガン、オークブルック・ウェイ、1685
- (72)発明者 バラクリシュナン , ムラリクリシュナン  
アメリカ合衆国、55347 ミネソタ州、エデン・ブレーリー、スペンサー・スウィート・ビル・レーン、13159
- (72)発明者 ヘイノネン , オーレ  
アメリカ合衆国、55346 ミネソタ州、エデン・ブレーリー、パーク・テラス・ドライブ、15824

審査官 加藤 俊哉

- (56)参考文献 特開2004-349689(JP,A)  
特開2005-340786(JP,A)  
特表2007-536680(JP,A)  
特開2005-203733(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01L 27/105  
H01L 45/00  
H01L 49/00