

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 3 月 18 日(18.03.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/029607 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/10 (2006.01) H01L 45/00 (2006.01)
G11B 9/04 (2006.01) H01L 49/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/066229
- (22) 国際出願日: 2008 年 9 月 9 日(09.09.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青木 伸也 (AOKI, Shinya) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 久保 光一 (KUBO, Kohichi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 塚本 隆之 (TSUKAMOTO, Takayuki) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 平井 隆大 (HIRAI, Takahiro) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).

鎌田 親義 (KAMATA, Chikayoshi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 中居 司 (NAKAI, Tsukasa) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).

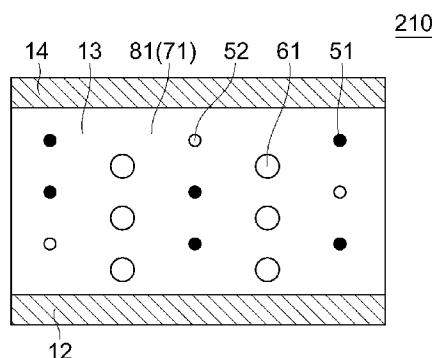
- (74) 代理人: 日向寺 雅彦 (HYUGAJI, Masahiko); 〒2310015 神奈川県横浜市中区尾上町 1 丁目 4 番 1 号 関内 S T ビル Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称: 情報記録再生装置

[図1]



(57) Abstract: An information recording/reproducing device is provided with a recording layer and a driving section. The recording layer has a first layer which contains a first compound. The first compound contains a mixed crystal of a first oxide containing a first metal element and a second oxide which has a crystal structure identical to that of the first oxide and contains a second metal element different from the first metal element. The driving section records information by changing the state of the recording layer by at least applying a voltage to the recording layer or carrying a current to the recording layer. The composition ratio of the first metal element or the second metal element with a smaller ion radius is a threshold value of infiltration of a lattice formed by ions of the first metal element and the ions of the second metal element or higher, based on the crystal structure.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/029607 A1



GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 添付公開書類:

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

第 1 金属元素を含む第 1 酸化物と、第 1 酸化物と同じ結晶構造を有し、第 1 金属元素と異なる第 2 金属元素を含む第 2 酸化物と、の混晶を含む第 1 化合物を含む第 1 層を有する記録層と、前記記録層への電圧の印加、及び、前記記録層への電流の通電、の少なくともいずれかによって、前記記録層に状態変化を発生させて情報を記録する駆動部と、を備え、前記第 1 金属元素及び前記第 2 金属元素のうちイオン半径の小さい方の組成比は、前記結晶構造に基づく、前記第 1 金属元素のイオン及び前記第 2 金属元素のイオンがつくる格子の浸透しきい値以上であることを特徴とする情報記録再生装置が提供される。

明 細 書

情報記録再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、情報記録再生装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、小型携帯機器が世界的に普及し、同時に、高速情報伝送網の大幅な進展に伴い、小型大容量不揮発性メモリの需要が急速に拡大してきている。その中でも、NAND型フラッシュメモリ及び小型HDD(hard disk drive)は、特に、急速な記録密度の進化を遂げ、大きな市場を形成するに至っている。

[0003] このような状況の下、記録密度の限界を大幅に超えることを目指した新規メモリのアイデアがいくつか提案されている。

[0004] その中で、低抵抗状態と高抵抗状態とを有する抵抗変化材料を用いたメモリが提案されている。すなわち、抵抗変化材料に電圧パルスを印加し、低抵抗状態と高抵抗状態とを繰り返し変化させることができ、この2つの状態を2値データ“0”及び“1”に対応させてデータを記録する。

[0005] このような抵抗変化材料として、例えば、ペロブスカイト、スピネルなどの遷移金属元素を含む三元系酸化物や(例えば、特許文献1及び2)、遷移金属の二元系酸化物(例えば、特許文献3)などが知られている。また、各種の酸化物に金属を添加し固溶体としたものを用いる技術が開示されている(例えば、特許文献4)。

[0006] このような抵抗変化材料を用いた情報記録再生装置において、消費電力が大きいこと、及び、各抵抗状態の熱安定性が低く、繰り返し動作安定性が低いことが指摘されている(例えば、非特許文献1)。

特許文献1:特開2005-317787号公報

特許文献2:特開2006-80259号公報

特許文献3:特開2006-140464号公報

特許文献4:米国特許出願公開第2007/0269683A1号明細書

非特許文献1:S.Seo et al. Applied Physics Letters, vol.85, p.p.5655-5657, (2004).

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様によれば、第1金属元素を含む第1酸化物と、第1酸化物と同じ結晶構造を有し、第1金属元素と異なる第2金属元素を含む第2酸化物と、の混晶を含む第1化合物を含む第1層を有する記録層と、前記記録層への電圧の印加、及び、前記記録層への電流の通電、の少なくともいずれかによって、前記記録層に状態変化を発生させて情報を記録する駆動部と、を備え、前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうちイオン半径の小さい方の組成比は、前記結晶構造に基づく、前記第1金属元素のイオン及び前記第2金属元素のイオンがつくる格子の浸透しきい値以上であることを特徴とする情報記録再生装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的回路図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の動作を例示する模式的

断面図である。

[図8]本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の特性を例示するグラフ図である。

[図9]本発明の第2の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

[図10]本発明の第2の実施形態に係る情報記録再生装置の動作を例示する模式的断面図である。

[図11]本発明の第3の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

[図12]本発明の第3の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的平面図である。

[図13]本発明の第4の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

[図14]本発明の第4の実施形態に係る情報記録再生装置の動作を例示する模式的断面図である。

[図15]本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模式図である。

[図16]本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

[図17]本発明の第4の実施形態に係る変形例の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

[図18]本発明の第4の実施形態に係る変形例の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

[図19]本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模式図である。

[図20]本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

[図21]本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模

式図である。

[図22]本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

[図23]本発明の第4の実施形態に係る変形例の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

符号の説明

- [0010]
- 12 下部電極
 - 13 記録層
 - 14 上部電極
 - 17 金属層
 - 22 記録部
 - 30 基板
 - 31 ワード線ドライバ
 - 32 ビット線ドライバ
 - 33 メモリセル
 - 33B 保護層
 - 34 整流素子
 - 35 ヒータ層
 - 41 半導体基板
 - 41a P型半導体基板
 - 41b N型ウェル領域
 - 41c P型ウェル領域
 - 42 拡散層
 - 43 ゲート絶縁層
 - 45 コントロールゲート電極
 - 47 P型半導体層
 - 51 第1金属元素
 - 51a 価数変化イオン

51m 第1金属

52 第2金属元素

53 金属元素

58 空隙サイト

61 酸素

71 第1化合物

72 第2化合物

81 第1の層

82 第2の層

210、211、212、220、250、260、261～266 情報記録再生装置

261c NANDセルユニット

264c NORセルユニット

265c 2トラセルユニット

515 ドライバ

516 XYスキャナ

520 基板

521 電極

523 基板

524 プローブ

525、526 マルチプレクスドライバ

531 データエリア

532 サーボエリア

600 駆動部

発明を実施するための最良の形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0012] (第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

図2は、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

図3は、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的回路図である。

図4は、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

図5は、本発明の第1の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

図6は、本発明の第1の実施形態に係る別の情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

[0013] 図1に表したように、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置210においては、記録層13を有する。そして、後述するように、この記録層13への電圧の印加、及び、記録層13への電流の通電、の少なくともいずれかによって、記録層13に状態変化を発生させて情報を記録する駆動部をさらに有する。

[0014] 記録層13は、駆動部から印加された電圧及び通電された電流の少なくともいずれかによって、高抵抗状態と、低抵抗状態と、の状態変化を呈する。

[0015] 情報記録再生装置210は、例えば、クロスポイント型の情報記録再生装置や、プローブメモリ型の情報記録再生装置、フラッシュメモリ型の情報記録再生装置などとしてすることができる。

まず、情報記録再生装置210がクロスポイント型の情報記録再生装置である場合として説明する。

[0016] 図2及び図3に表したように、本実施形態に係る情報記録再生装置210においては

、基板30の主面の上に、X軸方向に延在する帯状の第1の配線(ワード線 WL_{i-1} 、 WL_i 、 WL_{i+1})が設けられている。そして、基板30に平行な面内でX軸と直交するY軸方向に延在する帯状の第2の配線(ビット線 BL_{j-1} 、 BL_j 、 BL_{j+1})が、第1の配線(ワード線 WL_{i-1} 、 WL_i 、 WL_{i+1})に対向して設けられている。

なお、上記では、第1の配線と第2の配線とが直交する例であるが、第1の配線と第2の配線とは交差(非平行)であれば良い。

なお、このように、基板30の主面に対して並行な平面をX-Y平面とし、第1の配線の延在する方向をX軸とし、X-Y平面内においてX軸と直交する軸をY軸とし、X軸及びY軸に対して垂直方向をZ軸とする。

[0017] なお、上記において添え字 i 及び添え字 j は任意である。すなわち、図2及び図3においては、第1の配線と第2の配線とは、それぞれ3本ずつ設けられている例が示されているが、これには限らず、第1の配線と第2の配線の数はい任意である。そして、本具体例では、第1の配線がワードとなり、第2の配線がビット線となる。ただし、第1の配線をビット線とし、第2の配線をワード線としても良い。以下では、第1の配線がワード線であり、第2の配線がビットであるとして説明する。

[0018] そして、図2及び図3に表したように、第1の配線と第2の配線との間にメモリセル33が挟まれている。すなわち、情報記録再生装置210においては、ビット配線とワード配線が3次元的に交差して形成される交差部にメモリセル33が設けられている。

[0019] 図3に表したように、例えば、ワード線 WL_{i-1} 、 WL_i 、 WL_{i+1} の一端は、選択スイッチとしてのMOSTランジスタRSWを経由して、デコーダ機能を有するワード線ドライバ31に接続され、ビット線 BL_{j-1} 、 BL_j 、 BL_{j+1} の一端は、選択スイッチとしてのMOSTランジスタCSWを経由して、デコーダ及び読み出し機能を有するビット線ドライバ32に接続される。

[0020] MOSTランジスタRSWのゲートには、1本のワード線(ロウ)を選択するための選択信号 R_{i-1} 、 R_i 、 R_{i+1} が入力され、MOSTランジスタCSWのゲートには、1本のビット線(カラム)を選択するための選択信号 C_{i-1} 、 C_i 、 C_{i+1} が入力される。

[0021] メモリセル33は、ワード線 WL_{i-1} 、 WL_i 、 WL_{i+1} と、ビット線 BL_{j-1} 、 BL_j 、 BL_{j+1} と、の交差部に配置される。いわゆるクロスポイント型セルアレイ構造である。

- [0022] メモリセル33には、記録／再生時における回り込み電流(sneak current)を防止するための整流素子34を付加することができる。
- [0023] なお、このようなクロスポイント型セルアレイ構造の特長は、メモリセル33に個別にMOSTランジスタを接続する必要がないため、高集積化に有利な点にある。
- [0024] 図4に表したように、ワード線WL_iとビット線BL_jとの間には、メモリセル33及び整流素子34が設けられる。なお、ワード線WL_iとビット線BL_jとの上下の配置の関係は任意である。そして、ワード線WL_iとビット線BL_jの間における、メモリセル33と整流素子34との配置の関係も任意である。すなわち図4に例示した具体例では、メモリセル33は整流素子34よりもビット線BL_jの側に配置されているが、メモリセル33は整流素子34よりもワード線WL_iの側に配置されても良い。
- [0025] そして、図4に表したように、メモリセル33は、記録部22を有する。記録部22は、下部電極12と、上部電極14と、下部電極12と上部電極14との間に設けられた記録層13を有する。
- [0026] また、メモリセル33は、記録部22の他に、保護層33Bと、記録部22と保護層33Bとの間に設けられたヒータ層35を有することができる。なお、本具体例では、保護層33Bは、記録部22のビット線BL_jの側に設けられているが、保護層33Bは、記録部22のワード線WL_iの側に設けても良く、整流素子34とワード線WL_iとの間に設けても良い。さらに、これらヒータ層35と保護層33Bは必要に応じて設けられ、省略可能である。
- [0027] なお、記録部22の下部電極12及び上部電極14の少なくともいずれかは、記録部22に隣接する例えば、ワード線WL_i、整流素子34、ヒータ層35、保護層33B、ビット線BL_jの少なくともいずれかと兼用されても良く、また省略することもできる。
- [0028] なお、図5及び図6に表したように、ワード線、ビット線、及び、それらに挟まれたメモリセル33からなる積層構造体をさらに複数積み重ねて、3次元構造の情報記録再生装置211、212を構成することもできる。
- [0029] このような構成を有する本実施形態に係る情報記録再生装置210、211、212においては、駆動部となるワード線ドライバ31及びビット線ドライバ32は、ワード線WL_i及びビット線BL_jを介して、記録層13への電圧の印加、及び、記録層13への電流の通電、の少なくともいずれかを行い、これにより、記録層13に状態変化を発生させて情

報を記録する。例えば、駆動部は、記録層13に電圧を印加して記録層13に状態変化を発生させて情報を記録する。また、記録された情報を読み出すことができる。

[0030] 図1に表したように、本実施形態に係る情報記録再生装置210の記録部22においては、記録層13が設けられる。本具体例の記録部22においては、下部電極12と上部電極14との間に記録層13が設けられているが、既に説明したように、下部電極12と上部電極14とは省略可能である。以下では、説明を簡単にするために、下部電極12と上部電極14とがある場合として説明する。

[0031] 本具体例では、記録層13は、第1化合物71を含む第1の層81で構成される。ただし、後述するように、記録層13は、第1の層81と、第1の層81とは別の層と、の積層構造を有しても良い。以下では、まず、記録層13が第1の層81からなる場合として説明する。

[0032] 記録層13となる第1の層81は、第1化合物71を含む。

第1化合物71は、同一結晶構造を取る複数種類の2元酸化物結晶の混晶である。すなわち、第1化合物71は、 MO_x と NO_x との混晶であり、この時、 MO_x と NO_x とは、それぞれ単独で、ある結晶構造となり、かつ、それらの結晶が同一構造となる。ここで、M(第1金属元素51)と、N(第2金属元素52)とは、異なる種類の金属元素である。

[0033] 例えば、Mが2価の場合は、 x は1であり、 MO_x は、 MO となる。例えば、Mが3価の場合は、 x は $3/2$ であり、 MO_x は、 M_2O_3 となる。また、Mが4価の場合、 MO_x は、 MO_2 となる。また、 NO_x も同様である。

[0034] すなわち、第1化合物71は、第1金属元素51と、第2金属元素52と、酸素61と、からなる。

第2金属元素52は、酸化物を形成したときに、第1金属元素51の酸化物の結晶構造と同じ結晶構造を有する。そして、第1化合物71の結晶構造は、第1金属元素51の酸化物の結晶構造と同じ結晶構造を有する。

[0035] MO_x と NO_x はより具体的には、岩塩構造をとるNiO、CoO、MnO、FeO、TaO、NbO、TiO、VO、MgO、CaO、BaO、コランダム構造をとる Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Ti_2O_3 、 V_2O_3 、 Al_2O_3 、 Ga_2O_3 、C-希土構造をとる Mn_2O_3 、 Y_2O_3 、ルチル構造をとる TiO_2 、 MnO_2 、 CrO_2 、 MoO_2 、 NbO_2 、 WO_2 、 TaO_2 、 IrO_2 、 RuO_2 、 SnO_2 、 GeO_2 、 PbO_2 な

どが一例として挙げられる。

[0036] また、混晶中のM(第1金属元素51)と、N(第2金属元素52)との組成に関しては、混晶の結晶構造において金属イオン(MイオンとNイオン)が作る格子構造における浸透しきい値(パーコレーションスレッシュホールド)を y_c としたとき、混晶中でのMイオンとNイオンのうちでイオン半径の小さい方の組成を、 y_c 以上とする。

[0037] 例えば、 MO_x と NO_x との混晶を $\text{M}_y\text{N}_{1-y}\text{O}_x$ と表したとき、混晶中でのMイオンのイオン半径がNイオンのイオン半径よりも小さいとすれば、 $y \geq y_c$ とする。

[0038] より具体的に言えば、混晶が岩塩構造となる場合には $\text{M}_y\text{N}_{1-y}\text{O}$ と表されるが、2価のMイオンと2価のNイオンとは面心立方格子を形成している。面心立方格子の浸透しきい値は0.199であるから、岩塩構造の混晶 $\text{M}_y\text{N}_{1-y}\text{O}$ 中におけるMイオンとNイオンのうちでイオン半径の小さい方の組成を、0.199以上とする。

[0039] なお、ここで簡単のため金属イオン(MイオンとNイオン)と酸素イオンとの組成比を1:1($\text{M}_y\text{N}_{1-y}\text{O}$)と記したが、岩塩構造を保持する限り、酸素イオンの若干の欠損、または余剰があってもよい。すなわち、岩塩構造 $\text{M}_y\text{N}_{1-y}\text{O}_{1 \pm \delta}$ (ただし δ は1に比べて小さい数)であってよい。

[0040] この時、例えば、第1金属元素51として、遷移元素であるNi、Co、Fe、Mn、Ti及びVの少なくともいずれかを用いることができる。一方、例えば、第2金属元素52として典型元素であるMgを用いることができる。この時、 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ti^{2+} 、 V^{2+} 及び Mg^{2+} のイオン半径は、それぞれ、0.69、0.65、0.61、0.83、0.86、0.79及び0.72オングストロームである。

[0041] なお、この場合、第1金属元素51と第2金属元素52とがともに遷移元素であって、Ni、Co、Fe、Mn、Ti及びVからなる群から選択された2種類の元素であってよい。

例えば岩塩構造をとる混晶 $\text{Ni}_y\text{Mg}_{1-y}\text{O}$ の場合、混晶中で Ni^{2+} イオンと Mg^{2+} イオンとでは Ni^{2+} イオンの方がイオン半径が小さいので、Niの組成 y を $y \geq 0.199$ とする。

また、岩塩構造をとる混晶 $\text{Co}_y\text{Mg}_{1-y}\text{O}$ の場合、混晶中で Co^{2+} イオンと Mg^{2+} イオンとでは Co^{2+} イオンの方がイオン半径が小さいので、Coの組成 y を $y \geq 0.199$ とする。

また、岩塩構造をとる混晶 $\text{Co}_y\text{Ni}_{1-y}\text{O}$ の場合、混晶中で Co^{2+} イオンと Ni^{2+} イオンとでは Co^{2+} イオンの方がイオン半径が小さいので、Coの組成 y を $y \geq 0.199$ とする。

[0042] また、例えば、混晶がルチル構造となる場合には $(\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}$ と表されるが、4価のMイオンと4価のNイオンとは、体心立方格子を形成している。体心立方格子の浸透しきい値は0.245であるから、ルチル構造の混晶 $(\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}$ 中におけるMイオンとNイオンのうちでイオン半径の小さい方の組成を、0.245以上とする。

[0043] なお、ここで簡単のため金属イオン(MイオンとNイオン)と酸素イオンとの組成比を $1:2((\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O})$ と記したが、ルチル構造を保持する限り、酸素イオンの若干の欠損、または余剰があってもよい。すなわち、ルチル構造 $(\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}_{2 \pm \delta}$ (ただし δ は1に比べて小さい数)であってもよい。

[0044] この時、例えば、第1金属元素51と第2金属元素52の少なくとも一方に、遷移元素であるTi、Mn、Cr、Mo、Nb、W、Ta、Ir及びRuの少なくともいずれかを用いることができる。一方、第1金属元素51と第2金属元素52の少なくとも一方に、典型元素であるSn、Ge、Pbを用いることができる。この時、 Ti^{4+} 、 Mn^{4+} 、 Cr^{4+} 、 Mo^{4+} 、 Nb^{4+} 、 W^{4+} 、 Ta^{4+} 、 Ir^{4+} 、 Ru^{4+} 、 Sn^{4+} 、 Ge^{4+} 、 Pb^{4+} のイオン半径は、それぞれ、0.61、0.53、0.55、0.65、0.68、0.66、0.68、0.63、0.62、0.69、0.53、0.78 Åである。

[0045] また、例えば、混晶がC-希土構造となる場合には $(\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}_3$ と表されるが、3価のMイオンと3価のNイオンとは、面心立方格子を形成している。面心立方格子の浸透しきい値は0.199であるから、C-希土構造の混晶 $(\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}_3$ 中におけるMイオンとNイオンのうちでイオン半径の小さい方の組成を、0.199以上とする。

[0046] なお、ここで簡単のため金属イオン(MイオンとNイオン)と酸素イオンとの組成比を $2:3((\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}_3)$ と記したが、C-希土構造を保持する限り、酸素イオンの若干の欠損、または余剰があってもよい。すなわち、C-希土構造 $(\text{M}_y\text{N}_{1-y})_2\text{O}_{3 \pm \delta}$ (ただし δ は1に比べて小さい数)であってもよい。

[0047] この時、例えば、第1金属元素51と第2金属元素52の少なくとも一方に、遷移元素であるMnを用いることができる。一方、第1金属元素51と第2金属元素52の少なくとも一方に、典型元素であるYを用いることができる。この時、 Mn^{3+} 、 Y^{3+} のイオン半径

は、それぞれ、0.58、0.90オングストロームである。

[0048] また、例えば、混晶がコランダム構造となる場合には $(M N_{1-y} O_{2/3})$ と表されるが、3価のMイオンと3価のNイオンとは、面心立方格子の2/3を部分占有している。この場合、浸透しきい値については、面心立方格子の配位数12の2/3、すなわち配位数8として、体心立方格子(配位数8)の浸透しきい値0.245をとればよい。したがってコランダム構造の混晶 $(M N_{1-y} O_{2/3})$ 中におけるMイオンとNイオンのうちでイオン半径の小さい方の組成を、0.245以上とする。

[0049] なお、ここで簡単のため金属イオン(MイオンとNイオン)と酸素イオンとの組成比を2:3($(M N_{1-y} O_{2/3})$)と記したが、コランダム構造を保持する限り、酸素イオンの若干の欠損、または余剰があってもよい。すなわち、コランダム構造 $(M N_{1-y} O_{2/3 \pm \delta})$ (ただし δ は1に比べて小さい数)であってもよい。

[0050] この時、例えば、第1金属元素51と第2金属元素52の少なくとも一方に、遷移元素であるTi、Cr、Fe、Vの少なくともいずれかを用いることができる。一方、第1金属元素51と第2金属元素52の少なくとも一方に、典型元素であるAl、Gaを用いることができる。この時、 Ti^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{3+} 、 V^{3+} 、 Al^{3+} 、 Ga^{3+} のイオン半径は、それぞれ、0.67、0.62、0.55、0.64、0.54、0.62オングストロームである。

なお、上記の浸透しきい値は、例えば、Stauffer, D. and Aharony, A. London: Taylor & Francis, 1992.に記載されており、また、上記のイオン半径は、例えば、R. D. Shannon, Acta Cryst., Vol.A32, p.p.751-767, (1976).に記載されている。

[0051] このように、第1金属元素51の第1酸化物の結晶構造と、第2金属元素52の第2酸化物の結晶構造が同じなので、例えば、記録層13に印加される電圧や通電される電流によって、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかが移動した時に、結晶構造に与える影響が小さい。このため、これらの元素の移動に要するエネルギーが小さくてすむので、結果として消費電力を小さくすることができる。

[0052] また、電圧の印加によって移動する金属イオンは混晶中でのイオン半径が小さい方のイオンであるが、イオン半径の小さいイオンの組成 y が浸透しきい値 y_c 以上であることによって、記録層13中にイオン半径の小さいイオンの連続したつながり、すなわち記録層13の上端から下端にかけて最近接金属イオンがイオン半径の小さいイオ

ンであるようなひとつながりの経路が少なからず確保されていることになり、したがって電圧の印加によってイオン半径の小さいイオンが記録層13中を容易に移動することが可能である。

[0053] また、記録層13への電圧の印加や通電したときに、結晶構造が実質的に変化しないので熱的に安定であり、繰り返し動作の安定性を高めることができる。

[0054] すなわち、小さな消費電力で抵抗を変化させるためには、陽イオンの移動を容易にすればよい。一方で、各抵抗状態の熱安定性を向上させるためには、陽イオンが移動した後の状態を安定に維持することが重要である。

[0055] 本実施形態に係る情報記録再生装置210においては、陽イオンの移動を容易にし、かつ陽イオンが移動した後の構造を安定に保つために好適な結晶構造を有する酸化物材料を記録層13に用いている。すなわち、記録層13が、同一結晶構造を有する複数種類の2元酸化物結晶の混晶により構成される。

[0056] このように、本実施形態に係る情報記録再生装置210によって、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置が提供できる。

[0057] 本実施形態に係る情報記録再生装置210において、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかには、4族～11族の遷移元素を用いることができる。

より具体的には、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかには、Ni、Co、Fe、Mn、Ti、V、Cr、Ta、Nb、Mo及びWよりなる群から選択された少なくとも1つを用いることができる。

[0058] また、第1金属元素51と第2金属元素52のいずれかとして、典型元素のいずれかを用いることができる。より具体的には、第1金属元素51と第2金属元素52のいずれかには、Mg、Sn、Ge、Pb、Al、Ga及びYよりなる群から選択された少なくとも1つを用いることができる。

[0059] 以下、本実施形態に係る情報記録再生装置210の動作機構について、1つの例として説明する。

図7は、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の動作を例示する模式的断面図である。

図7に表したように、記録層13は、抵抗率が相対的に高い状態(高抵抗状態HR)と

、抵抗率が相対的に低い状態(低抵抗状態LR)とを有する。

[0060] 以下では、記録層13の初期状態(リセット状態)を高抵抗状態HRとして説明する。

記録層13に設けられた電位勾配により、記録層13を状態変化させ、記録層13を低抵抗状態LR(セット状態)にすることにより情報の記録を行う。

[0061] 例えば、記録層13に電圧を印加し、記録層13内に電位勾配を発生させると、例えば、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかのイオンの一部が記録層13内を移動する。

[0062] すなわち、第1金属元素51と第2金属元素52のうち、例えば、主に、イオン半径の小さい方が移動する。例えば、ここでは、第1金属元素51のイオンは、第2金属元素52のイオンよりもイオン半径が小さいとし、すなわち、主に、第1金属元素51が記録層13内を移動するとする。

[0063] このとき、例えば、第2金属元素52の種類を選ぶことにより、第2金属元素52のイオンの移動を抑制することができる。

[0064] このとき、記録層13は、同一結晶構造を有する2種類の2元酸化物結晶の混晶であるから、電圧印加によって移動しない第2金属元素52のイオンの存在によって、第1金属元素51のイオンの一部が欠乏しても、電圧印加の前の結晶構造が維持される。

[0065] まず、例えば、上部電極14の電位が下部電極12の電位よりも相対的に低い状態を作る。例えば、下部電極12を固定電位(例えば、接地電位)とし、上部電極14に負の電位を与える。

[0066] この時、記録層13内の第1金属元素51のイオンの一部が上部電極(陰極)14の側に移動し、記録層(結晶)13内の第1金属元素51のイオンがO(酸素)イオンに対して相対的に減少する。上部電極14の側に移動した第1金属元素51のイオンは、上部電極14から電子を受け取り、メタルである第1金属原子(第1金属51m)として析出して導電性の高い金属層17を形成する。

[0067] 従って、上部電極14に近い領域では、第1金属元素51のイオンが還元されて金属的に振舞うので、その電気抵抗が大きく減少する。

[0068] 一方、記録層13の内部では、Oイオンが過剰となり、電気的中性条件を維持するよ

うに、結果的に、例えば、第2金属元素52及び第1金属元素51の少なくともいずれかの遷移金属イオンの平均的な価数を上昇させる。ここでは、一例として、第1金属元素51が遷移金属である場合その価数が変化するものとして、第1金属元素51の価数変化イオン51aとなる。

[0069] この時、価数の上昇によって電気抵抗が減少するように第1金属元素51を選択すると、金属層17及び記録層13内の両方で、第1金属元素51のイオンの移動により電気抵抗が減少するので、記録層13全体としては、高抵抗状態HRから低抵抗状態LRへと状態が変化する。

このようにして、情報の記録動作、すなわちセット動作SOが行われる。

[0070] 一方、記録された情報の再生に関しては、例えば、電圧パルスを記録層13に印加し、記録層13の抵抗値を検出することにより行う。なお、この時の電圧パルスの大きさは、第1金属元素51のイオンの移動が生じない程度の微小な値にする。

[0071] 以上の過程は、一種の電気分解であり、下部電極(陽極)12の側では、電気化学的酸化により酸化剤が生じ、上部電極(陰極)14の側では、電気化学的還元により還元剤が生じた、と考えることができる。

[0072] 低抵抗状態LRを高抵抗状態HRに戻すリセット動作ROとしては、例えば、記録層13に大電流を通电し、発生するジュール熱によって記録層13を加熱して、記録層13の酸化還元反応を促進させることで行うことができる。すなわち、大電流パルスによるジュール熱により、第1金属元素51のイオンは、熱的により安定な結晶構造(記録層13)の内へと戻り、高抵抗状態HRが現れる。

[0073] また、これとは別の方法として、セット動作SO時とは逆極性の電圧パルスを記録層13に印加してもリセット動作ROを行うことができる。つまり、セット動作SO時と同様に、下部電極12を固定電位とし、上部電極14に正の電位を与えると、上部電極14の近傍の第1金属51mは、上部電極14に電子を与え、第1金属元素51のイオンとなった後、記録層13内の電位勾配により結晶構造(記録層13)内に戻っていく。これにより、平均的な価数が上昇していた第1金属元素51の価数変化イオン51aは、その価数が初期と同じ値に減少するため、高抵抗状態HRへと変化する。

[0074] なお、この時、室温でリセット動作ROが生じない、すなわち、リテンション時間が十

分に長くなるために、第1金属元素51のイオン半径及び価数が適切になるように、第1金属元素51が選択される。

[0075] また、セット動作SO及びリセット動作ROの少なくともいずれかにおける消費電力を小さくするためには、結晶の破壊を引き起こすことなく記録層(結晶)13の内部を第1金属元素51のイオンが容易に移動できるように、第1金属元素51のイオンの移動経路が形成されることが効果的である。

[0076] また、各抵抗状態の熱安定性を向上させるためには、第1金属元素51のイオンが移動した後の状態を安定に維持することが効果的である。

[0077] 本実施形態に係る情報記録再生装置210においては、記録層13として、同一結晶構造を有する2種類の2元酸化物結晶の混晶を用いているので、電圧印加によって移動しない第2金属元素52のイオンが安定に存在する。これによって、第1金属元素51のイオンが移動したことにより、第1金属元素51のイオンの一部が欠乏しても、電圧印加の前の結晶の構造が維持される。従って、結晶破壊を引き起こすことなく、記録層13内への第1金属元素51のイオンのインターカレーション及びディスインターカレーションが可能となる。すなわち、第1金属元素51のイオンが容易に移動できるための移動経路が形成され、その結果、消費電力が低下する。

[0078] そして、第1金属元素51のイオンが移動したことによって第1金属元素51のイオンの一部が欠乏しても電圧印加の前の結晶の構造が維持されるので、各抵抗状態の熱安定性が向上する。

[0079] これにより、本実施形態に係る情報記録再生装置210によって、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置が提供できる。

[0080] なお、上記では、電圧印加によって遷移金属である第1金属元素51のイオンが移動し、第2金属元素52のイオンがほぼ不動である場合について述べたが、逆であっても良い。

例えば、電圧印加したときに、第1金属元素51のイオンがほぼ不動であり、第2金属元素52のイオンが移動するように、第1金属元素51及び第2金属元素52の組合せを用いても良い。この場合、第2金属元素52のイオンの移動によって、記録層13内の第1金属元素51のイオンの平均価数が変化するので、記録層13の抵抗が変化

する。

[0081] この時も、第1金属元素51の第1酸化物の結晶構造と、第2金属元素52の第2酸化物の結晶構造が同じなので、第2金属元素52が移動した時に、結晶構造に与える影響が小さい。すなわち、陽イオンの移動が容易となり、そして、陽イオンが移動した後の状態を安定に維持することができる。

[0082] すなわち、記録層13が、同一結晶形を有する複数種類の2元酸化物結晶の混晶により構成されるので、陽イオンの移動を容易にし、かつ陽イオンが移動した後の構造を安定に保つことができる。

[0083] また、上記では、遷移金属である第1金属元素51のイオンまたは第2金属元素52のイオンの移動による記録層13内の第1金属元素51のイオンの平均価数の上昇によって記録層13の抵抗が減少する場合について述べたが、逆であってもよい。例えば、記録層13の結晶構造によって決まる初期状態の第1金属元素51のイオンの平均価数によっては、イオン移動による第1金属元素51のイオンの平均価数の上昇によって記録層13の抵抗が増加するように第1金属元素を選択することも可能である。この場合、初期状態を低抵抗状態LR、イオン移動後の状態を高抵抗状態HRとすることができる。

[0084] すなわち、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかとして、例えば、4族～11族の遷移元素を用いることで、その価数が上昇した時に電気抵抗が変化する。さらに、具体的には、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかとして、Ni、Co、Fe、Mn、Ti、V、Cr、Ta、Nb、Mo及びWよりなる群から選択された少なくとも1つを用いることで、その価数が上昇した時に電気抵抗が変化する。

[0085] より具体的には、混晶中の遷移金属イオンが2価の場合 ($M N_{y \ 1-y} O$ の場合)、例えば混晶が岩塩構造である場合、 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} では平均価数が2価から上昇すると、記録層13の抵抗値は減少する。一方、 Ti^{2+} 、 V^{2+} では平均価数が2価から上昇すると、記録層13の抵抗値は増加する。なお、平均価数の上昇による抵抗変動が逆方向の複数の遷移金属イオンを含む場合、それらの組成によって記録層13の抵抗値の減少または増加が決まる。

[0086] また、混晶中の遷移金属イオンが3価の場合 ($(M N_{y \ 1-y})_2 O_3$ の場合)、例えば混晶

がコランダム構造やC-希土構造である場合、 Fe^{3+} では平均価数が3価から上昇すると、記録層13の抵抗値は減少する。

[0087] また、混晶中の遷移金属イオンが4価の場合($(\text{M}_y\text{N}_{1-y})\text{O}_2$ の場合)、例えば混晶がルチル構造である場合、 Nb^{4+} 、 W^{4+} 、 Ta^{4+} では平均価数が4価から上昇すると、記録層13の抵抗値は増加する。

[0088] 上記の遷移金属イオンはあくまで一例であって、これらに限定されるものではない。なお、上記では簡単のため金属イオン(MイオンとNイオン)と酸素イオンとの組成比を整数比とし、遷移金属イオンの初期の価数を整数としたが、混晶の構造を保持する限り、酸素イオンの若干の欠損、または余剰があってもよく、したがって遷移金属イオンの初期の平均価数が非整数値であってもよい。

[0089] 一方、第2金属元素52には、第1金属元素51の価数に最も近い価数を有する典型元素を用いることができる。これにより、第2金属元素52のイオンが移動した後の電気的中性条件をより満たし易くできる。

[0090] そして、第1金属元素51に、Ni、Co、Mn、Ti及びVよりなる群から選択された少なくとも1つを用いた場合においては、第2金属元素52に、Mgを用いることができる。

[0091] このように、本実施形態に係る情報記録再生装置210によって、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置が提供できる。

[0092] このように、本実施形態に係る情報記録再生装置210においては、記録層13を構成する第1化合物71の電気的中性条件を満足するように、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかの価数が変化し、その価数の変化に伴う抵抗の変化を利用して、記録層13は高抵抗状態HRと低抵抗状態LRとを遷移する。

[0093] ただし、上記は本実施形態に係る情報記録再生装置210の動作機構の一例であり、他の動作機構によって動作する場合においても、記録層13を構成する第1化合物71として、同一結晶構造を有する2種類の2元酸化物結晶の混晶を用いることで、結晶構造が安定であるので、繰り返し動作の安定性が高まる。また、熱的に安定した結晶構造内に異なる金属元素が含有されるので、高抵抗状態HRと低抵抗状態LRとの遷移のエネルギーが低くなり、消費電力を低下させることができる。

[0094] なお、上記において初期状態(リセット状態)が高抵抗状態HRで、状態が変化した

状態(セット状態)を低抵抗状態LRとしたが、この定義は、説明を簡単にするためのものであり、材料の選択や製造方法によっては、この定義と逆でも良い。即ち、初期状態(リセット状態)が低抵抗状態LRで、状態が変化した状態(セット状態)が高抵抗状態HRでも良い。すなわち、本実施形態に係る情報記録再生装置210において、リセット(初期)状態及びセット状態における抵抗の大小関係は任意である。

[0095] 本実施形態に係る情報記録再生装置210において、第1金属元素51及び第2金属元素52のうち、イオン半径が小さい方の組成比は40%以上とされる。すなわち、第1金属元素51及び第2金属元素52の全体の量に対する、イオン半径が小さい方の量の比率は、40%以上とされる。逆にいうと、イオン半径が大きい方の組成比、すなわち、第1金属元素51及び第2金属元素52の全体の量に対する、イオン半径が大きい方の比率は、60%未満とされる。

[0096] 第1金属元素51と第2金属元素52のうち、イオン半径の小さい方の元素は、移動し易い方の元素である。本実施形態に係る情報記録再生装置210においては、イオン半径の小さい方の組成を40%以上にする事で、以下に説明するように、駆動電圧を適正な範囲に制御することができ、より実用的な情報記録再生装置が得られる。

[0097] 例えば、第1化合物71の第1金属51としてNiを用い、第2金属元素52としてMgを用いた場合には、イオン半径が小さい方のNiが主に可動する元素となる。

[0098] この場合、Niイオンの一部が移動すると記録層内に残ったNiイオンの平均価数が2価程度から上昇し、記録層の抵抗は減少する。すなわち高抵抗状態HRから低抵抗状態LRに遷移する。

[0099] そして、この場合、Niの組成比、すなわち、(Ni+Mg)の量に対するNiの量の比、が40%以上の時に駆動電圧を適正化する。

[0100] 図8は、本発明の第1の実施形態に係る情報記録再生装置の特性を例示するグラフ図である。

すなわち、同図は、第1化合物71として、NiとMgの比率を変えたNi-Mg-O結晶を用い、その時の特性を評価した結果を例示しており、横軸は、Mgの組成比Cを表しており、縦軸は高抵抗状態HRから低抵抗状態LRに遷移するセット電圧 V_{set} を表している。

[0101] 図8に表したように、Mgの組成比Cが高くなるにつれ、電圧Vsetが上昇する。そして、Mgの組成比Cとセット電圧Vsetとの関係は線形ではなく、例えば、Mgの組成比Cが40%の時のセット電圧Vsetが比較的小さいのに対し、組成比Cが60%を超えるとセット電圧Vsetは著しく増大している。

[0102] 本実施形態に係る情報記録再生装置210において、セット電圧Vsetの実用的な範囲は、約7V以下であり、この点でも、Mgの組成比Cは、60%よりも小さいことが好ましい。

すなわち、Niの組成比は40%以上が好ましい。

[0103] このように、本実施形態に係る情報記録再生装置210において、第1金属元素51と第2金属元素52とのうちイオン半径が小さい方の組成比は、40%以上が望ましい。

[0104] この時、例えば、高抵抗状態HRから低抵抗状態LRに遷移するセット電圧を低下させ、実用的な範囲に制御することができる。これにより、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い、より実用的な不揮発性の情報記録再生装置を提供することができる。

[0105] (第2の実施の形態)

図9は、本発明の第2の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

図9に表したように、本発明の第2の実施形態に係る情報記録再生装置220においては、記録層13は、第1の層81に接して設けられた第2の層82をさらに有している。第2の層82は、陽イオン(第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかのイオン)を収容可能な空隙サイト58を有する。図9に例示した具体例では、第2の層82は、酸素61のイオンと、金属元素53のイオンと、空隙サイト58と、を有している。

これ以外は、第1の実施形態に係る情報記録再生装置210と同様とすることができるので説明を省略する。

[0106] 本実施形態に係る情報記録再生装置220においては、第1の層81から移動及び拡散の少なくともいずれかによって導入される、陽イオン(第1金属元素51及び第2

金属元素52の少なくともいずれかのイオン)を収納できる第2化合物72を含む第2の層81が、第1の層81に隣接して設けられる。これにより、移動・拡散する陽イオンが安定に収納されるので、好ましい。このような第2化合物72として好適に用いられる化合物として以下の化合物が挙げられる。

[0107] 第2化合物72は、第1金属元素51及び第2金属元素52の少なくともいずれかのイオンが収容される空隙サイト58を□で表すとする、例えば以下のような化学式で表されるものが挙げられる。空隙サイト58の一部は、第2化合物72の成膜を容易にするために、予め他のイオンによって占有されていても良い。

[0108] $\cdot \square_x M_2 X_2$

ここで、M2は、Ti、Ge、Sn、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru及びRhよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

X2は、O、S、Se、N、Cl、Br及びIよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

そして、モル比xは、 $0.3 \leq x \leq 1$ を満たすものとする。

[0109] $\cdot \square_x M_2 X_3$

ここで、M2は、Ti、Ge、Sn、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru及びRhよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

X2は、O、S、Se、N、Cl、Br、及びIよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

そして、モル比xは、 $1 \leq x \leq 2$ を満たすものとする。

[0110] $\cdot \square_x M_2 X_4$

ここで、M2は、Ti、Ge、Sn、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru及びRhよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

X2は、O、S、Se、N、Cl、Br及びIよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

そして、モル比xは、 $1 \leq x \leq 2$ を満たすものとする。

[0111] $\cdot \square_x M_2 P O_z$

ここで、M2は、Ti、Ge、Sn、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru

u及びRhよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

Pはリン元素であり、Oは酸素元素である。

モル比x及びモル比zは、 $0.3 \leq x \leq 3$ 、 $4 \leq z \leq 6$ を満たすものとする。

[0112] $\cdot \square_x M_2O_5$

ここで、M2は、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru及びRhよりなる群から選択される少なくとも1種類の元素である。

Oは酸素元素である。

そして、モル比xは、 $0.3 \leq x \leq 2$ を満たすものとする。

[0113] 第2化合物72は、ホランダイト構造、ラムスデライト構造、アナターゼ構造、ブルッカイト構造、パイロルース構造、 ReO_3 構造、 $MoO_{1.5}PO_4$ 構造、 $TiO_{0.5}PO_4$ 構造、 $FePO_4$ 構造、 βMnO_2 構造、 γMnO_2 構造、 λMnO_2 構造、スピネル構造、イルメナイト構造よりなる群から選択された少なくともいずれかを含む構造を有していることが好ましい。特に、第1化合物71と同一構造のイルメナイト構造を有していることが最も望ましい。

[0114] また、第1の層81の電子のフェルミ準位は、第2の層82の電子のフェルミ準位よりも低くする。これは、記録層13の状態に可逆性を持たせるために望ましい条件の1つである。ここで、フェルミ準位については、いずれも真空準位から測定した値とする。

[0115] このような材料の組み合わせを記録層13に使用し、第1の層81と第2の層82と間のイオンの授受を容易にすることにより、抵抗変化に必要な消費電力を小さくし、熱安定性を高めることができる。

[0116] 図10は、本発明の第2の実施形態に係る情報記録再生装置の動作を例示する模式的断面図である。

図10に表したように、本実施形態に係る情報記録再生装置220においては、記録層13が、第1層81と第2の層82とを有しており、高抵抗状態HRにおいて、記録層13に電圧を印加し、記録層13内に電位勾配を発生させると、陽イオン(例えば第1金属元素51のイオン)の一部が結晶中(第1の層81の中)を移動する。そして、第2の層82の空隙サイト58にその陽イオンが収納され、安定化する。

[0117] このように、本実施形態に係る別の情報記録再生装置220においては、記録層13

が第2の層82を有しているので、さらに安定した動作が可能となる。

[0118] なお、本実施形態に係る情報記録再生装置において、記録層13は、上記の第1の層81と第2の層とを、交互に複数積層された構造を有しても良い。

[0119] (第3の実施の形態)

本発明の第3の実施の形態は、プローブメモリ型の情報記録再生装置である。

図11は、本発明の第3の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的斜視図である。

図12は、本発明の第3の実施形態に係る情報記録再生装置の構成を例示する模式的平面図である。

図11及び図12に表したように、本発明の第3の実施形態に係る情報記録再生装置250では、XYスキャナ516の上には、電極521の上に記録層13が設けられている。そして、この記録層13に対向する形で、プローブアレイが配置される。

[0120] プローブアレイは、基板523と、基板523の一面側にアレイ状に配置される複数のプローブ(ヘッド)524と、を有する。複数のプローブ524の各々は、例えば、カンチレバーから構成され、マルチプレクスドライバ525、526により駆動される。

複数のプローブ524は、それぞれ、基板523内のマイクロアクチュエータを用いて個別に動作可能であるが、全てをまとめて同じ動作をさせて記憶媒体(記録層13)のデータエリア531に対してアクセスを行うこともできる。

[0121] まず、マルチプレクスドライバ525、526を用いて、全てのプローブ524をX方向に一定周期で往復動作させ、記憶媒体(記録層13)のサーボエリア532からY方向の位置情報を読み出す。Y方向の位置情報は、ドライバ515に転送される。

ドライバ515は、この位置情報に基づいてXYスキャナ516を駆動し、記憶媒体(記録層13)をY方向に移動させ、記憶媒体(記録層13)とプローブとの位置決めを行う。

両者の位置決めが完了したら、データエリア531上のプローブ524の全てに対して、同時、かつ、連続的に、データの読み出しまたは書き込みを行う。

データの読み出し及び書き込みは、プローブ524がX方向に往復動作していることから連続的に行われる。また、データの読み出し及び書き込みは、記録層13のY方

向の位置を順次変えることにより、データエリア531に対して、一行ずつ、実施される。

なお、記録層13をX方向に一定周期で往復運動させて記憶媒体(記録層13)から位置情報を読み出し、プローブ524をY方向に移動させるようにしても良い。

[0122] 記録層13は、例えば、基板520に設けられた電極521の上に設けられる。

記録層13は、複数のデータエリア531、並びに、複数のデータエリア531のX方向の両端にそれぞれ配置されるサーボエリア532を有する。複数のデータエリア531は、記録層13の主要部を占める。

[0123] サーボエリア532内には、サーボバースト信号が記憶される。サーボバースト信号は、データエリア531内のY方向の位置情報を示している。

[0124] 記録層13内には、これらの情報の他に、さらに、アドレスデータが記憶されるアドレスエリア及び同期をとるためのプリアンプルエリアが配置される。

データ及びサーボバースト信号は、記憶ビット(電気抵抗変動)として記録層13に記憶される。記憶ビットの“1”及び“0”情報は、記録層13の電気抵抗を検出することにより読み出す。

[0125] 本具体例では、1つのデータエリア531に対応して1つのプローブ(ヘッド)が設けられ、1つのサーボエリア532に対して1つのプローブが設けられる。

データエリア531は、複数のトラックから構成される。アドレスエリアから読み出されるアドレス信号によりデータエリア531のトラックが特定される。また、サーボエリア532から読み出されるサーボバースト信号は、プローブ524をトラックの中心に移動させ、記憶ビットの読み取り誤差をなくすためのものである。

ここで、X方向をダウントラック方向、Y方向をトラック方向に対応させることにより、HDDのヘッド位置制御技術を利用することが可能になる。

[0126] そして、各プローブ524は、例えばマルチプレクスドライバ525、526を介して、駆動部600に接続される。駆動部600は、それぞれのプローブ524に、情報記録のための、電圧及び電流の少なくともいずれかを供給する。そして、記録層13は、プローブ524を介して与えられた電圧及び電流によって、高抵抗状態と低抵抗状態との間を遷移する。また、駆動部600は、記録層13に記録された高抵抗状態と低抵抗状態

とを検出し、記録された情報を読み出す。

[0127] このような構成の情報記録再生装置250は、記録層13と、記録層13への電圧の印加、及び、記録層13への電流の通電、の少なくともいずれかによって、記録層13に状態変化を発生させて情報を記録する駆動部600と、を備える。

[0128] そして、情報記録再生装置250は、記録層13に併設されたプローブ524をさらに備え、駆動部600は、プローブ524を介して、記録層13の記録単位に対して電圧の印加及び電流の通電の少なくともいずれかを行う。これにより、記録層13に状態変化を発生させて情報を記録する。

[0129] 記録層13には、第1及び第2の実施形態について説明した各種の記録層13の少なくともいずれかを用いることができる。

[0130] なお、駆動部600は、上記のドライバ515及びXYスキャナ516を含むこともでき、逆に、駆動部は、上記のドライバ515及びXYスキャナ516に含まれても良い。

[0131] これにより、本実施形態に係るプローブメモリ型の情報記録再生装置250においても、既に説明した第1及び第2の実施形態に関して説明した効果により、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置が提供できる。

[0132] (第4の実施の形態)

本発明の第4の実施の形態は、フラッシュメモリ型の情報記録再生装置である。

図13は、本発明の第4の実施形態に係る情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式的断面図である。

図14は、本発明の第4の実施形態に係る情報記録再生装置の動作を例示する模式的断面図である。

図13に表したように、本実施形態に係る情報記録再生装置260においては、フラッシュメモリ型のメモリセルを有し、このメモリセルは、MIS(metal-insulator-semiconductor)トランジスタから構成される。

[0133] すなわち、半導体基板41の表面領域には、拡散層42が形成される。拡散層42の間のチャンネル領域上には、ゲート絶縁層43が形成される。ゲート絶縁層43上には、本発明の例に係る記録層13が形成される。記録層13の上には、コントロールゲート電極45が形成される。

- [0134] 半導体基板41は、ウェル領域でもよく、また、半導体基板41と拡散層42とは、互いに逆の導電型を有する。コントロールゲート電極45は、ワード線となり、例えば、導電性ポリシリコンから構成される。
- [0135] 記録層13は、第1及び第2の実施形態で説明した少なくともいずれかの構成を有することができる。
- [0136] この場合、図示しない駆動部が、コントロールゲート電極45に接続されて設けられる。駆動部は、コントロールゲート電極45を介して、記録層13への電圧の印加、及び、記録層13への電流の通電、の少なくともいずれかを行う。
- [0137] なお、上記において、記録層13に接して設けられる上記の上部電極14及び下部電極12のいずれかは、例えばコントロールゲート電極45と兼用されても良い。
- [0138] 図14に表したように、セット(書き込み)動作SOでは、コントロールゲート電極45に電位V1を与え、半導体基板41に電位V2を与える。
- 電位V1及び電位V2の差は、記録層13が状態変化、すなわち、抵抗が変化するのに十分な大きさである。ただし、電位の差の極性は、特に、限定されない。すなわち、 $V1 > V2$ 、及び、 $V1 < V2$ のいずれでも良い。
- [0139] 例えば、初期状態(リセット状態)において、記録層13が高抵抗状態HRであると仮定すると、実質的にゲート絶縁層43が厚くなったことになるため、メモリセル(MISTランジスタ)の閾値は、高くなる。
- [0140] この状態から電位V1、V2を与えて記録層13を低抵抗状態LRに変化させると、実質的にゲート絶縁層43が薄くなったことになるため、メモリセル(MISTランジスタ)の閾値は、低くなる。
- [0141] なお、電位V2は、半導体基板41に与えたが、これに代えて、メモリセルのチャネル領域に拡散層42から電位V2を転送するようにしても良い。
- なお、同図において、矢印Aeは電子の移動を表し、矢印Aiはイオンの移動を表している。
- [0142] 一方、リセット(消去)動作ROでは、コントロールゲート電極45に電位V1'を与え、拡散層42の一方に電位V3を与え、拡散層42の他方に電位V4($< V3$)を与える。
- 電位V1'は、セット状態のメモリセルの閾値を越える値にする。

[0143] この時、メモリセルは、オンになり、電子が拡散層42の他方から一方に向かって流れると共に、ホットエレクトロンが発生する。このホットエレクトロンは、ゲート絶縁層43を介して記録層13に注入されるため、記録層13の温度が上昇する。

[0144] これにより、記録層13は、低抵抗状態LRから高抵抗状態HRに変化するため、実質的にゲート絶縁層43が厚くなったことになり、メモリセル(MISTランジスタ)の閾値は、高くなる。

[0145] このように、フラッシュメモリと類似した原理により、メモリセルの閾値を変えることができ、情報記録再生装置として利用できる。

この時、本実施形態に係る情報記録再生装置260においては、記録層13として第1及び第2の実施形態で説明した記録層13の少なくともいずれかを用いているので、低消費電力で、繰り返し動作の安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置を提供できる。

[0146] 図15は、本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置構成を例示する模式図である。

図16は、本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

すなわち、本実施形態に係る別の情報記録再生装置261は、NAND型フラッシュメモリであり、図15は、NANDセルユニット261c及びそれに接続された駆動部600を例示しており、図16は、NANDセルユニット261cの構造を例示している。

[0147] 図15及び図16に表したように、P型半導体基板41a内には、N型ウェル領域41b及びP型ウェル領域41cが形成される。P型ウェル領域41c内に、NANDセルユニット261cが形成される。

NANDセルユニット261cは、直列接続される複数のメモリセルMCからなるNANDストリングと、その両端に1つずつ接続される合計2つのセレクトゲートランジスタSTとから構成される。

[0148] メモリセルMC及びセレクトゲートランジスタSTは、同じ構造を有する。具体的には、これらは、N型拡散層42と、N型拡散層42の間のチャネル領域上のゲート絶縁層43と、ゲート絶縁層43上の記録層13と、記録層13上のコントロールゲート電極45と

から構成される。

[0149] そして、各コントロールゲート電極45(CG)は、駆動部600に電氣的に接続される。なお、駆動部600は、NANDセルユニット261cが設けられる基板に設けられても良く、それとは別の基板に設けられても良い。

[0150] メモリセルMCの記録層13の状態(高抵抗状態HR及び低抵抗状態LR)は、上述の基本動作により変化させることが可能である。これに対し、セレクトゲートトランジスタSTの記録層13は、セット状態、すなわち、低抵抗状態LRに固定される。

[0151] セレクトゲートトランジスタSTの1つは、ソース線SLに接続され、他の1つは、ビット線BLに接続される。

セット(書き込み)動作SOの前には、NANDセルユニット261c内の全てのメモリセルは、リセット状態(抵抗大)になっているものとする。

セット(書き込み)動作SOにおいては、ソース線SL側のメモリセルMCからビット線BL側のメモリセルに向かって1つずつ順番に行われる。

選択されたワード線(コントロールゲート電極)WLに書き込み電位として V_1 (正電位)を与え、非選択のワード線WLに転送電位(メモリセルMCがオンになる電位)として V_{pass} を与える。

ソース線SL側のセレクトゲートトランジスタSTをオフ、ビット線BL側のセレクトゲートトランジスタSTをオンにし、ビット線BLから選択されたメモリセルMCのチャネル領域にプログラムデータを転送する。

[0152] 例えば、プログラムデータが“1”の時は、選択されたメモリセルMCのチャネル領域に書き込み禁止電位(例えば、 V_1 と同じ程度の電位)を転送し、選択されたメモリセルMCの記録層13の抵抗値が高い状態から低い状態に変化しないようにする。

[0153] また、プログラムデータが“0”の時は、選択されたメモリセルMCのチャネル領域に $V_2(<V_1)$ を転送し、選択されたメモリセルMCの記録層13の抵抗値を高い状態から低い状態に変化させる。

[0154] 一方、リセット(消去)動作ROでは、例えば、全てのワード線(コントロールゲート電極)WLに V_1' を与え、NANDセルユニット261c内の全てのメモリセルMCをオンにする。また、2つのセレクトゲートトランジスタSTをオンにし、ビット線BLに V_3 を与え、

ソース線SLにV4(<V3)を与える。

[0155] この時、ホットエレクトロンがNANDセルユニット261c内の全てのメモリセルMCの記録層13に注入されるため、NANDセルユニット261c内の全てのメモリセルMCに対して一括してリセット動作が実行される。

[0156] 読み出し動作は、選択されたワード線(コントロールゲート電極)WLに読み出し電位(正電位)を与え、非選択のワード線(コントロールゲート電極)WLには、メモリセルMCがデータ“0”、“1”によらず必ずオンになる電位を与える。

また、2つのセレクトゲートトランジスタSTをオンにし、NANDストリングに読み出し電流を供給する。

選択されたメモリセルMCは、読み出し電位が印加されると、それに記憶されたデータの値に応じてオンまたはオフになるため、例えば、読み出し電流の変化を検出することにより、データを読み出すことができる。

[0157] なお、図16に例示した構造では、セレクトゲートトランジスタSTは、メモリセルMCと同じ構造を有しているが、以下のように変形しても良い。

図17は、本発明の第4の実施形態に係る変形例の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

図17に表したように、本実施形態に係る変形例の情報記録再生装置262では、セレクトゲートトランジスタSTについては、記録層を形成せずに、通常のMISトランジスタが用いられている。このように、セレクトトランジスタSTの構造は任意である。

[0158] 図18は、本発明の第4の実施形態に係る変形例の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

図18に表したように、本実施形態に係る変形例の情報記録再生装置263では、NANDストリングを構成する複数のメモリセルMCのゲート絶縁層がP型半導体層47に置き換えられている。

[0159] 高集積化が進み、メモリセルMCが微細化されると、電圧を与えていない状態で、P型半導体層47は、空乏層で満たされることになる。

セット(書き込み)動作SOにおいては、選択されたメモリセルMCのコントロールゲート電極45に正の書き込み電位(例えば、3.5V)を与え、かつ、非選択のメモリセル

MCのコントロールゲート電極45に正の転送電位(例えば、1V)を与える。

この時、NANDストリング内の複数のメモリセルMCのP型ウェル領域41cの表面がP型からN型に反転し、チャンネルが形成される。

[0160] そこで、上述したように、ビット線BL側のセレクトゲートトランジスタSTをオンにし、ビット線BLから選択されたメモリセルMCのチャンネル領域にプログラムデータ“0”を転送すれば、セット動作を行うことができる。

[0161] 一方、リセット(消去)動作ROにおいては、例えば、全てのコントロールゲート電極45に負の消去電位(例えば、 -3.5V)を与え、P型ウェル領域41c及びP型半導体層47に接地電位(0V)を与えれば、NANDストリングを構成する全てのメモリセルMCに対して一括して行うことができる。

[0162] 読み出し時には、選択されたメモリセルMCのコントロールゲート電極45に正の読み出し電位(例えば、 0.5V)を与え、かつ、非選択のメモリセルMCのコントロールゲート電極45に、メモリセルMCがデータ“0”、“1”によらず必ずオンになる転送電位(例えば、1V)を与える。

ただし、“1”状態のメモリセルMCの閾値電圧 $V_{th}^{\text{”1”}}$ については、 $0\text{V} < V_{th}^{\text{”1”}} < 0.5\text{V}$ の範囲内にあるものとし、“0”状態のメモリセルMCの閾値電圧 $V_{th}^{\text{”0”}}$ は、 $0.5\text{V} < V_{th}^{\text{”0”}} < 1\text{V}$ の範囲内にあるものとする。

また、2つのセレクトゲートトランジスタSTをオンにし、NANDストリングに読み出し電流を供給する。

このような状態にすれば、選択されたメモリセルMCに記憶されたデータの値に応じてNANDストリングに流れる電流量が変わるため、この変化を検出することにより、データを読み出すことができる。

[0163] なお、この変形例においては、P型半導体層47のホールドープ量がP型ウェル領域41cのそれよりも多く、かつ、P型半導体層47のフェルミレベルがP型ウェル領域41cのそれよりも 0.5V 程度深くなっていることが望ましい。

これは、コントロールゲート電極45に正の電位を与えた時に、N型拡散層42間のP型ウェル領域41cの表面部分からP型からN型への反転が開始し、チャンネルが形成されるようにするためである。

このようにすることで、例えば、書き込み時には、非選択のメモリセルMCのチャンネルは、P型ウェル領域41cとP型半導体層47の界面のみに形成され、読み出し時には、NANDストリング内の複数のメモリセルMCのチャンネルは、P型ウェル領域41cとP型半導体層47の界面のみに形成される。

つまり、メモリセルMCの記録層13が低抵抗状態LRであっても、拡散層42とコントロールゲート電極45とが短絡することはない。

[0164] 図19は、本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式図である。

図20は、本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

すなわち、本実施形態に係る別の情報記録再生装置264は、NOR型フラッシュメモリであり、図19は、NORセルユニット264c及びそれに接続された駆動部600、図20は、NORセルユニット264cの構造を例示している。

[0165] 図19及び図20に表したように、P型半導体基板41a内には、N型ウェル領域41b及びP型ウェル領域41cが形成される。P型ウェル領域41c内に、NORセルが形成される。

NORセルは、ビット線BLとソース線SLとの間に接続される1つのメモリセル(MISトランジスタ)MCから構成される。

メモリセルMCは、N型拡散層42と、N型拡散層42の間のチャンネル領域上のゲート絶縁層43と、ゲート絶縁層43上の記録層13と、記録層13上のコントロールゲート電極45とから構成される。

[0166] そして、各コントロールゲート電極45(CG)は、駆動部600に電氣的に接続される。なお、駆動部600は、NORセルユニット264cが設けられる基板に設けられても良く、それとは別の基板に設けられても良い。

[0167] メモリセルMCの記録層13の状態(高抵抗状態HR及び低抵抗状態LR)は、上述の基本動作により変化させることが可能である。

[0168] 図21は、本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部の構成を例示する模式図である。

図22は、本発明の第4の実施形態に係る別の情報記録再生装置の要部を例示する模式的断面図である。

すなわち、本実施形態に係る別の情報記録再生装置265は、2トラ型フラッシュメモリであり、図21は、2トラセルユニット265c及びそれに接続された駆動部600を例示しており、図22は、2トラセルユニット265cの構造を例示している。

[0169] 図21及び図22に表したように、2トラセルユニット265cは、NANDセルユニットの特徴とNORセルの特徴とを併せ持ったセル構造である。

[0170] P型半導体基板41a内には、N型ウェル領域41b及びP型ウェル領域41cが形成される。P型ウェル領域41c内に、2トラセルユニット265cが形成される。

[0171] 2トラセルユニット265cは、直列接続される1つのメモリセルMCと1つのセレクトゲートトランジスタSTとから構成される。

メモリセルMC及びセレクトゲートトランジスタSTは、同じ構造を有する。具体的には、これらは、N型拡散層42と、N型拡散層42の間のチャネル領域上のゲート絶縁層43と、ゲート絶縁層43上の記録層13と、記録層13上のコントロールゲート電極45とから構成される。

[0172] そして、各コントロールゲート電極45(CG)は、駆動部600に電氣的に接続される。なお、駆動部600は、2トラセルユニット265cが設けられる基板に設けられても良く、それとは別の基板に設けられても良い。

[0173] メモリセルMCの記録層13の状態(高抵抗状態HR及び低抵抗状態LR)は、上述の基本動作により変化させることが可能である。これに対し、セレクトゲートトランジスタSTの記録層13は、セット状態、すなわち、低抵抗状態LRに固定される。

[0174] セレクトゲートトランジスタSTは、ソース線SLに接続され、メモリセルMCは、ビット線BLに接続される。

[0175] メモリセルMCの記録層13の状態(高抵抗状態HR及び低抵抗状態LR)は、上述の基本動作により変化させることが可能である。

[0176] なお、図22に例示した構造では、セレクトゲートトランジスタSTは、メモリセルMCと同じ構造を有しているが、以下のように変形しても良い。

図23は、本発明の第4の実施形態に係る変形例の情報記録再生装置の要部を例

示する模式的断面図である。

図23に表したように、本実施形態に係る変形例の情報記録再生装置266では、セレクトゲートトランジスタSTについては、記録層を形成せずに、通常のMISトランジスタが用いられている。このように、セレクトゲートトランジスタの構造は任意である。

[0177] 以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、情報記録再生装置を構成する各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

[0178] その他、本発明の実施の形態として上述した情報記録再生装置を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての情報記録再生装置も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

[0179] その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

産業上の利用可能性

[0180] 本発明によれば、低消費電力で、熱安定性が高い不揮発性の情報記録再生装置が提供される。

請求の範囲

- [1] 第1金属元素を含む第1酸化物と、
第1酸化物と同じ結晶構造を有し、第1金属元素と異なる第2金属元素を含む第2酸化物と、
の混晶を含む第1化合物を含む第1層を有する記録層と、
前記記録層への電圧の印加、及び、前記記録層への電流の通電、の少なくともいずれかによって、前記記録層に状態変化を発生させて情報を記録する駆動部と、
を備え、
前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうちイオン半径の小さい方の組成比は、前記結晶構造に基づく、前記第1金属元素のイオン及び前記第2金属元素のイオンがつくる格子の浸透しきい値以上であることを特徴とする情報記録再生装置。
- [2] 前記第1金属元素及び前記第2金属元素の少なくともいずれかは、4族～11族の遷移元素であることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [3] 前記第1金属元素及び前記第2金属元素の少なくともいずれかは、Ni、Co、Fe、Mn、Ti、V、Cr、Ta、Nb、Mo及びWよりなる群から選択された少なくとも1つであることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [4] 前記第1金属元素及び前記第2金属元素のいずれかは、Mg、Sn、Ge、Pb、Al、Ga及びYよりなる群から選択された少なくとも1つであることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [5] 前記結晶構造が岩塩構造であり、前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうち、イオン半径の小さい方の組成比は、0.199以上であることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [6] 前記第1金属元素及び前記第2金属元素は、Ni、Co、Fe、Mn、Ti、V及びMgよりなる群から選択された少なくとも1つであることを特徴とする請求項5記載の情報記録再生装置。
- [7] 前記結晶構造がルチル構造であり、前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうち、イオン半径の小さい方の組成比は、0.245以上であることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。

- [8] 前記第1金属元素及び前記第2金属元素の少なくとも一方は、Ti、Mn、Cr、Mo、Nb、W、Ta、Ir及びRuよりなる群から選択された少なくとも1つであり、前記第1金属元素及び前記第2金属元素の少なくとも他方は、Sn、Ge及びPbよりなる群から選ばれた少なくとも1つであることを特徴とする請求項7記載の情報記録再生装置。
- [9] 前記結晶構造がC-希土構造であり、前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうち、イオン半径の小さい方の組成比は、0.199以上であることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [10] 前記第1金属元素はMnであり、前記第2金属元素はYであることを特徴とする請求項9記載の情報記録再生装置。
- [11] 前記結晶構造がコンランダム構造であり、前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうち、イオン半径の小さい方の組成比は、0.245以上であることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [12] 前記第1金属元素は、Ti、Cr、Fe及びVよりなる群から選択された少なくとも1つであり、前記第2金属元素は、Al及びGaよりなる群から選択された少なくとも1つであることを特徴とする請求項11記載の情報記録再生装置。
- [13] 前記第1金属元素及び前記第2金属元素のうちイオン半径の小さい方の組成比が40%以上であることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [14] 前記記録層は、前記第1の層に接して設けられ、前記第1陽イオンを収容可能な空隙サイトを有する第2化合物からなる第2の層をさらに有することを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [15] 前記第1の層の電子のフェルミ準位は、前記第2の層の電子のフェルミ準位よりも低いことを特徴とする請求項14記載の情報記録再生装置。
- [16] 前記記録層を挟むようにして設けられたワード線及びビット線をさらに備え、
前記駆動部は、前記ワード線及び前記ビット線を介して、前記記録層への電圧の印加、及び、前記記録層への電流の通電、の少なくともいずれかを行うことを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。
- [17] 前記記録層に併設されたプローブをさらに備え、
前記駆動部は、前記プローブを介して、前記記録層の記録単位に対して前記電圧

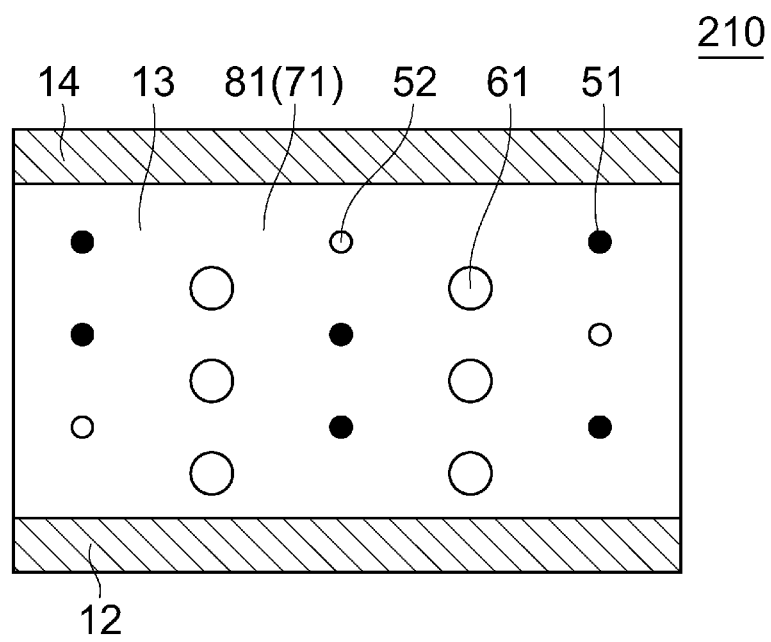
の印加及び前記電流の通電の少なくともいずれかを行うことを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。

- [18] 前記記憶層を挟むゲート電極とゲート絶縁層とを含むMISトランジスタをさらに備え、

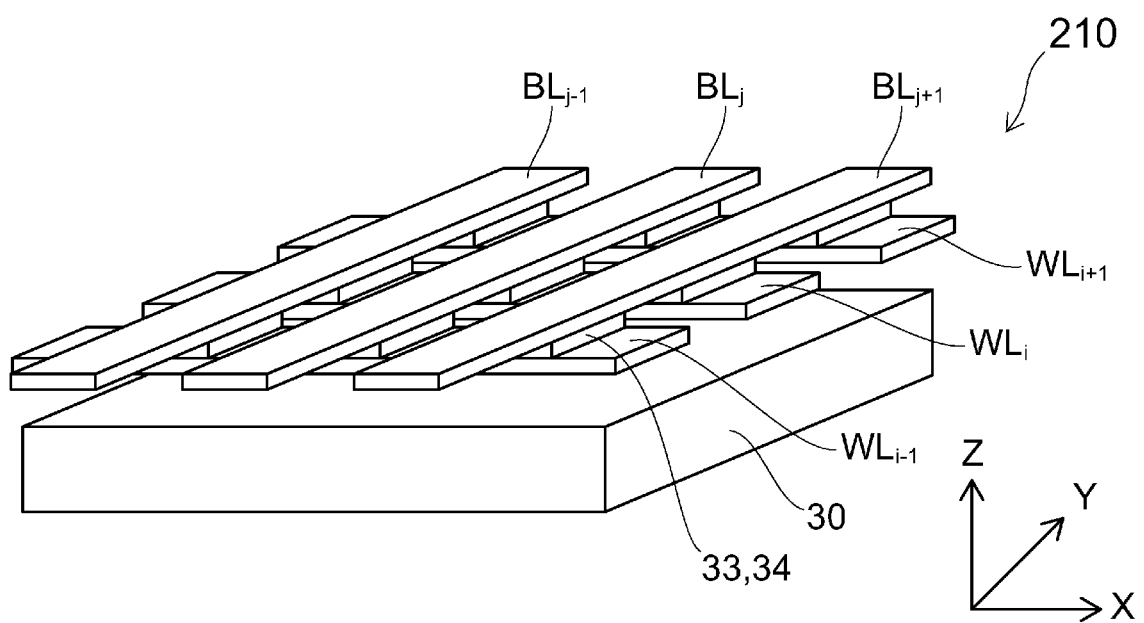
前記駆動部は、前記ゲート電極を介して、前記記録層への電圧の印加、及び、前記記録層への電流の通電、の少なくともいずれかを行うことを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。

- [19] 第1導電型半導体基板内に設けられた第1及び第2の第2導電型半導体領域と、
前記第1及び第2の第2導電型半導体領域の間の第1導電型半導体領域と、
前記第1及び第2の第2導電型半導体領域間における導通／非導通を制御するゲート電極と、
をさらに備え、
前記記録層は、前記ゲート電極と前記第1導電型半導体領域との間に配置され、
前記駆動部は、前記ゲート電極を介して、前記記録層への電圧の印加、及び、前記記録層への電流の通電、の少なくともいずれかを行うことを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。

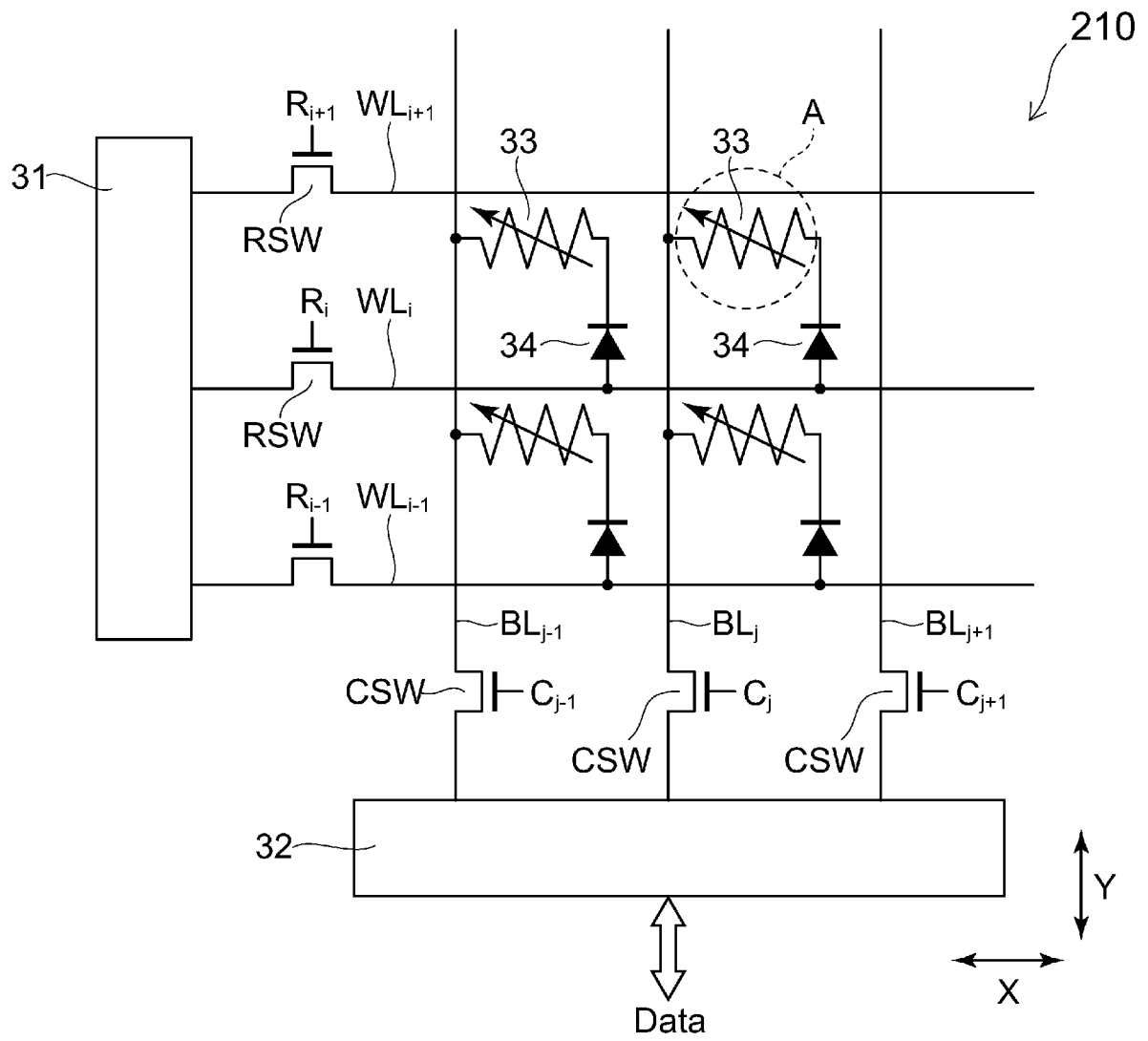
[図1]



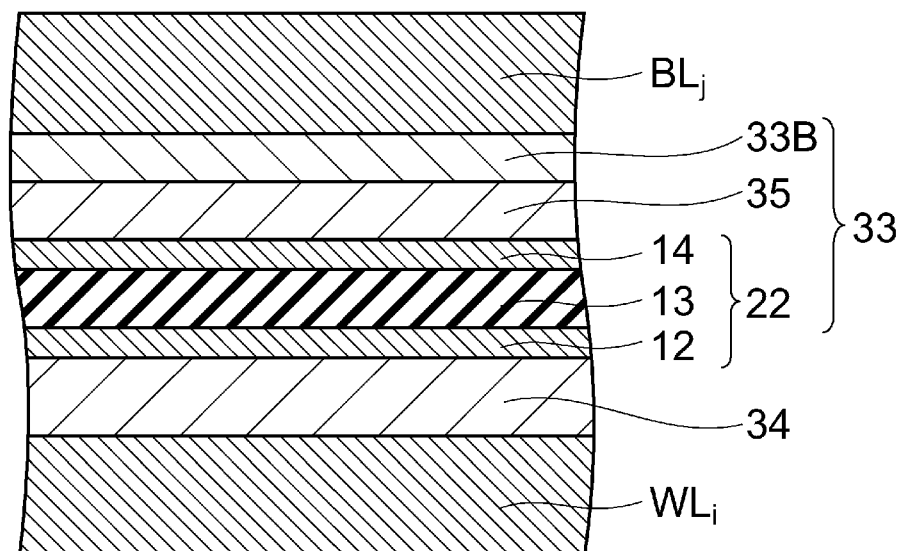
[図2]



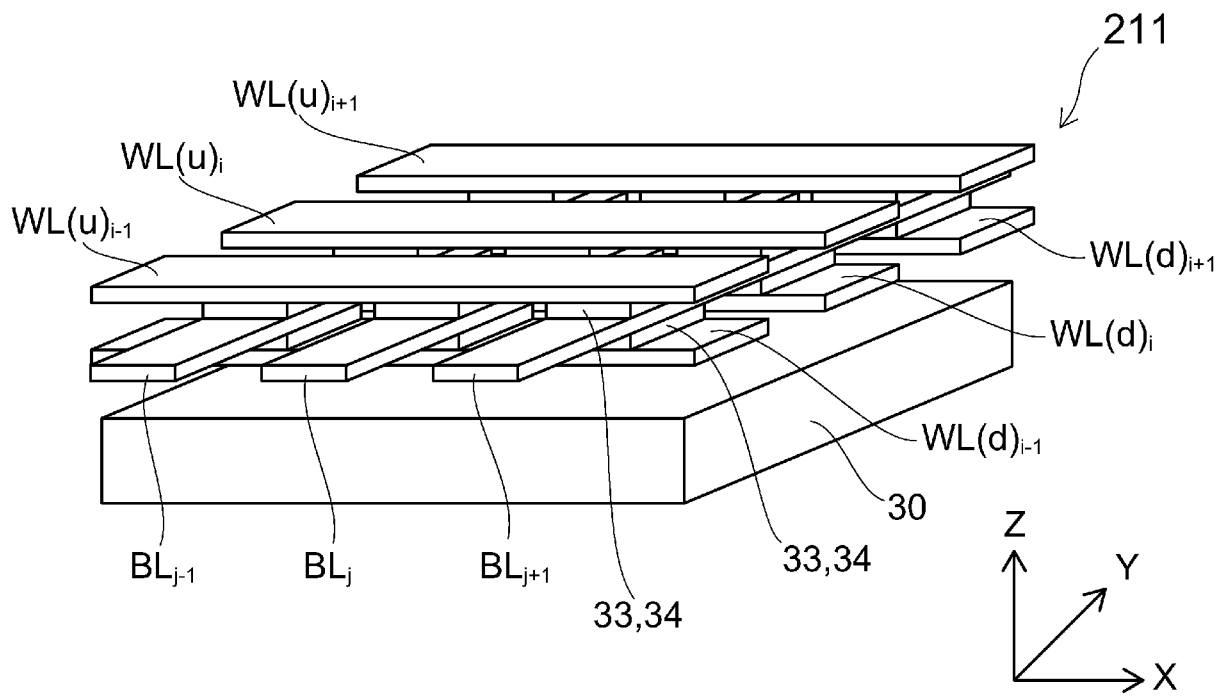
[図3]



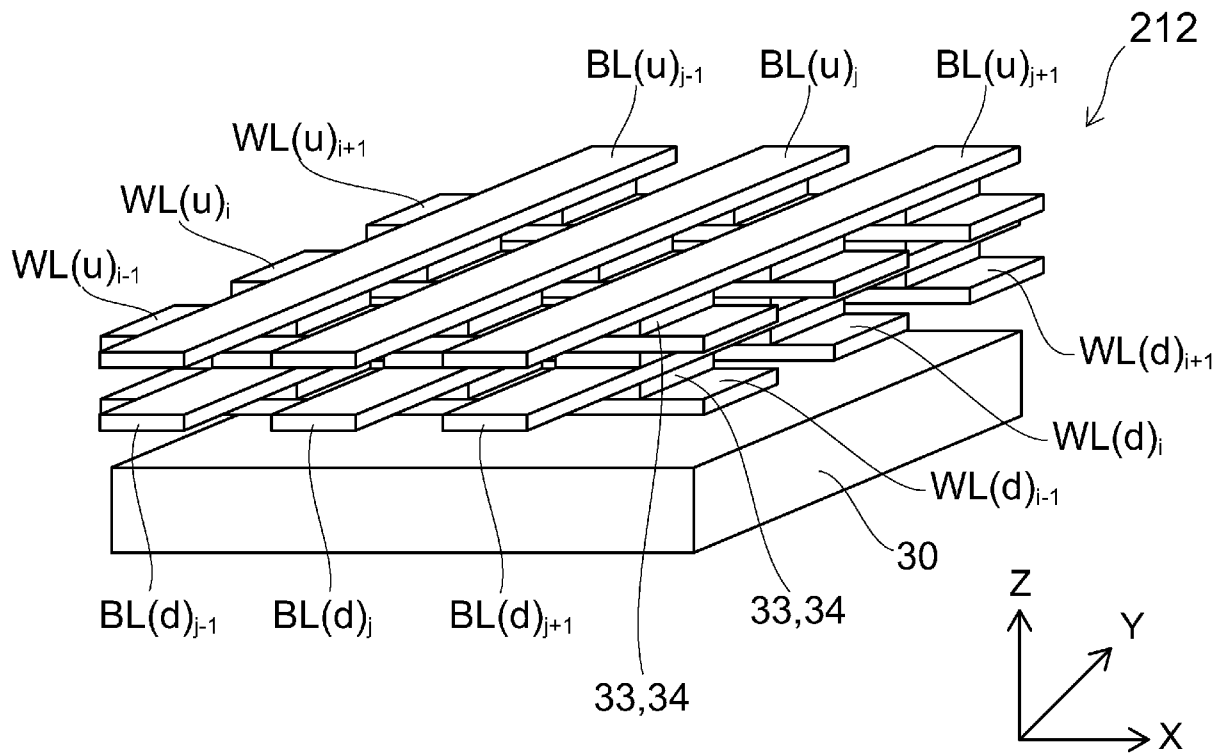
[図4]



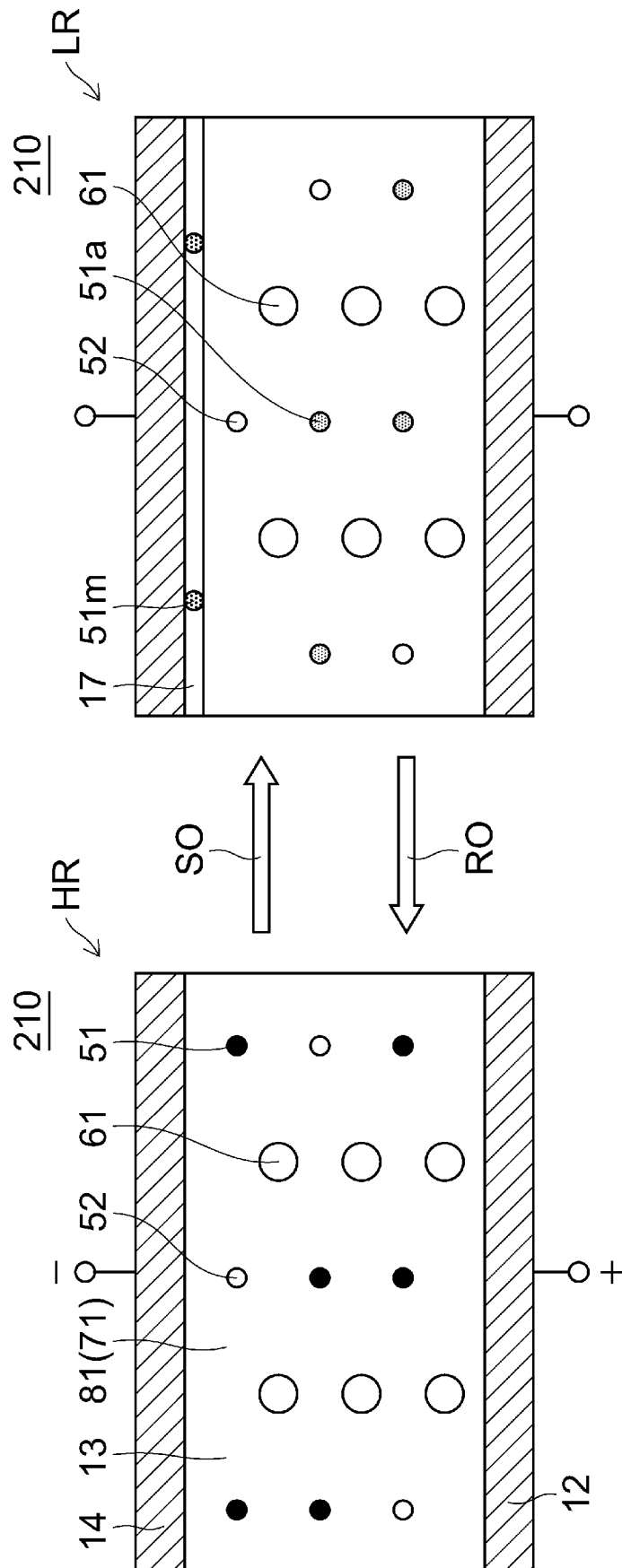
[図5]



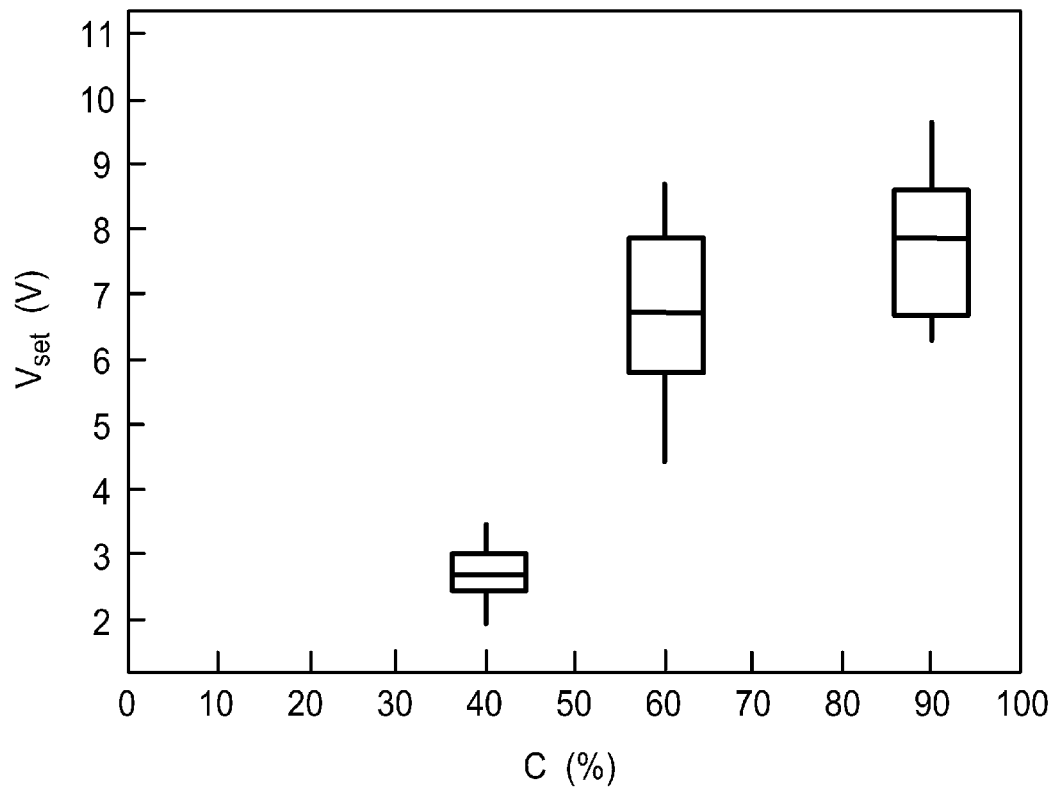
[図6]



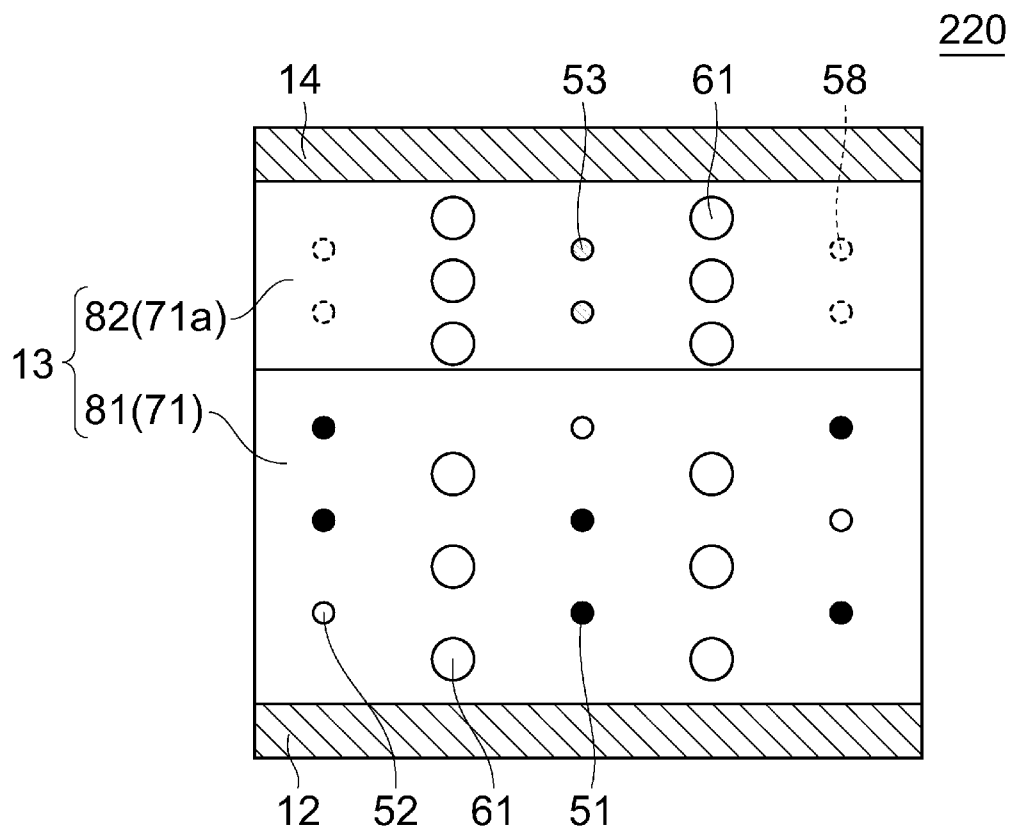
[図7]



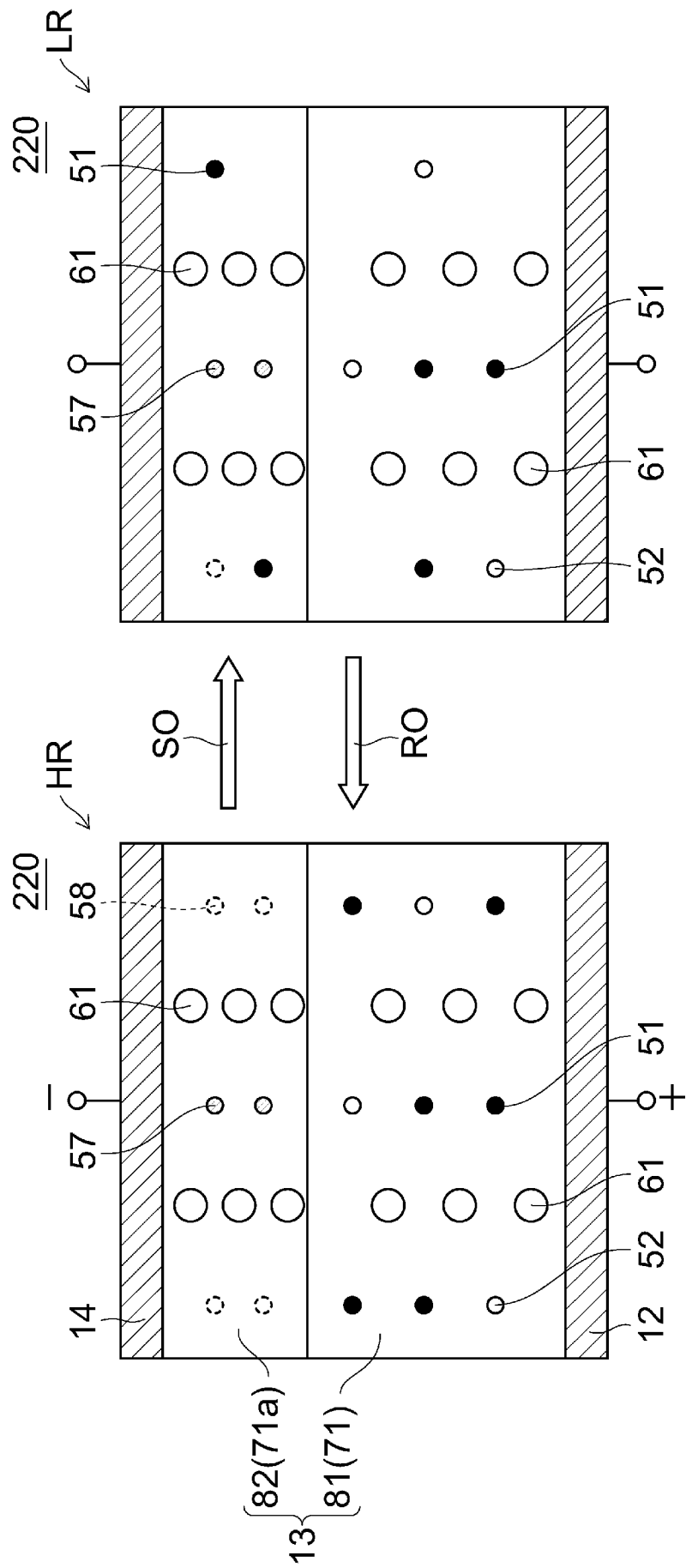
[図8]



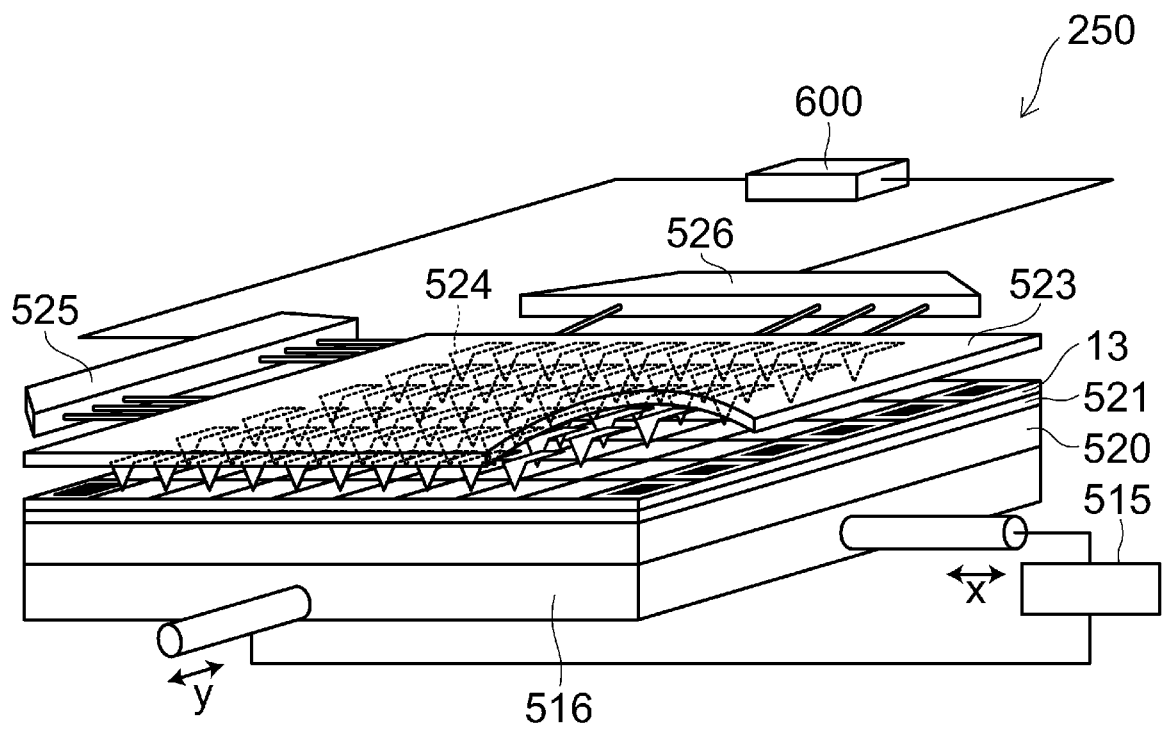
[図9]



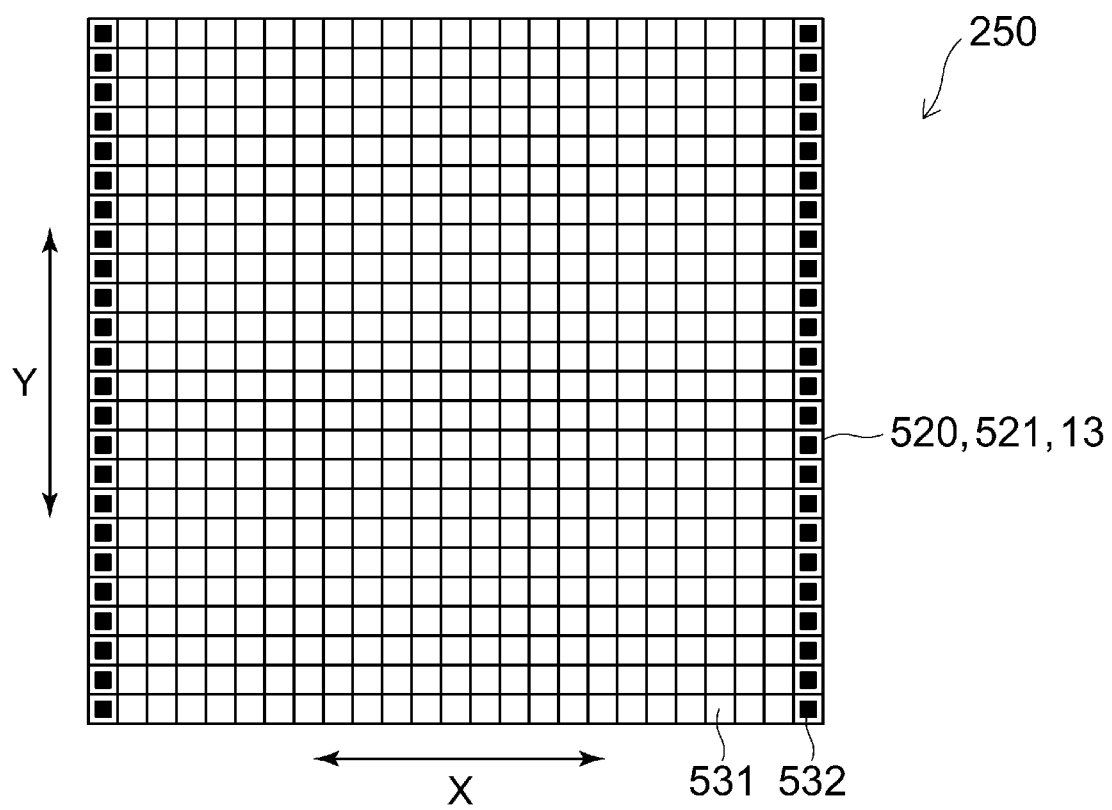
[図10]



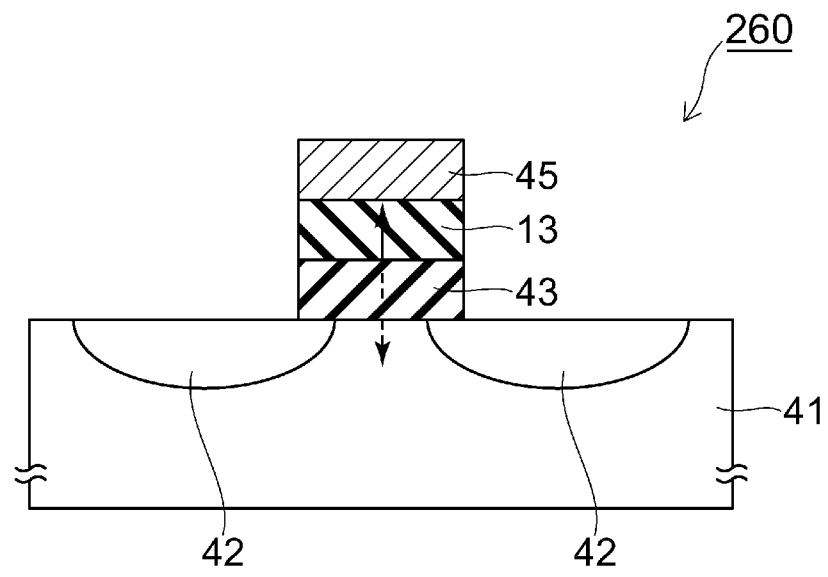
[図11]



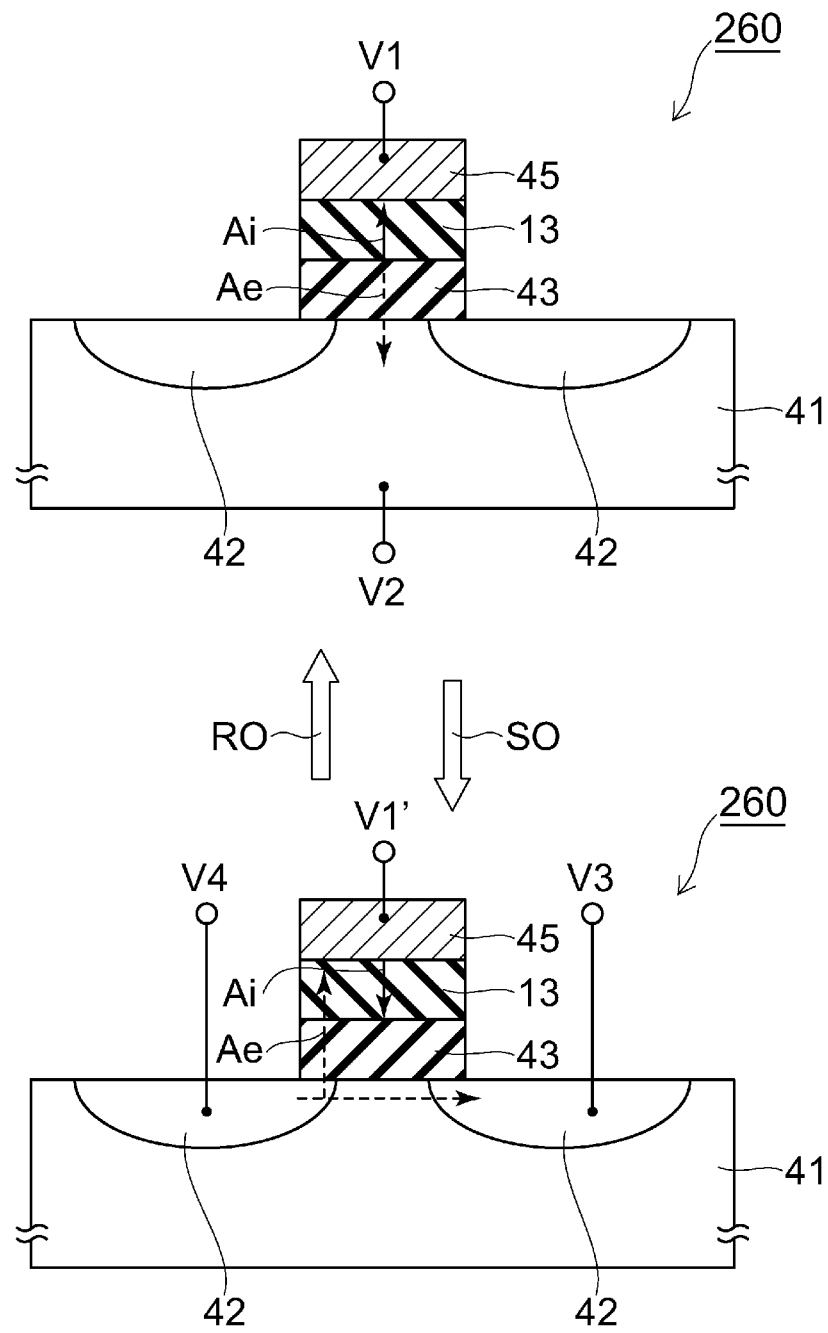
[図12]



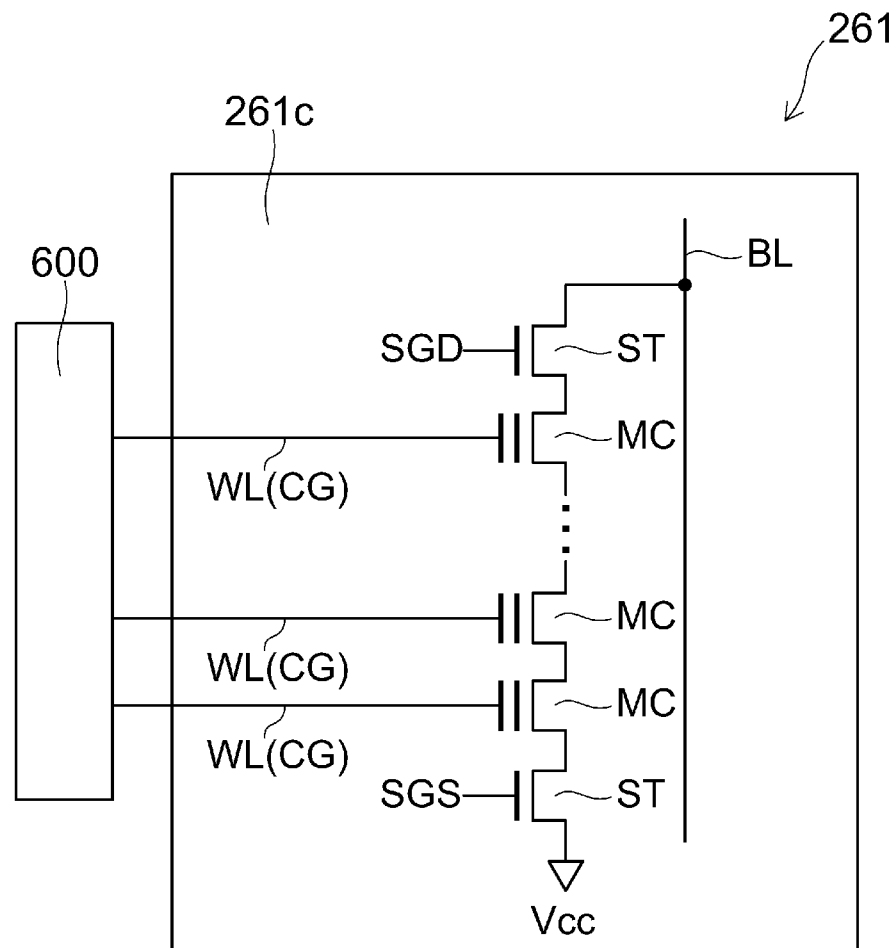
[図13]



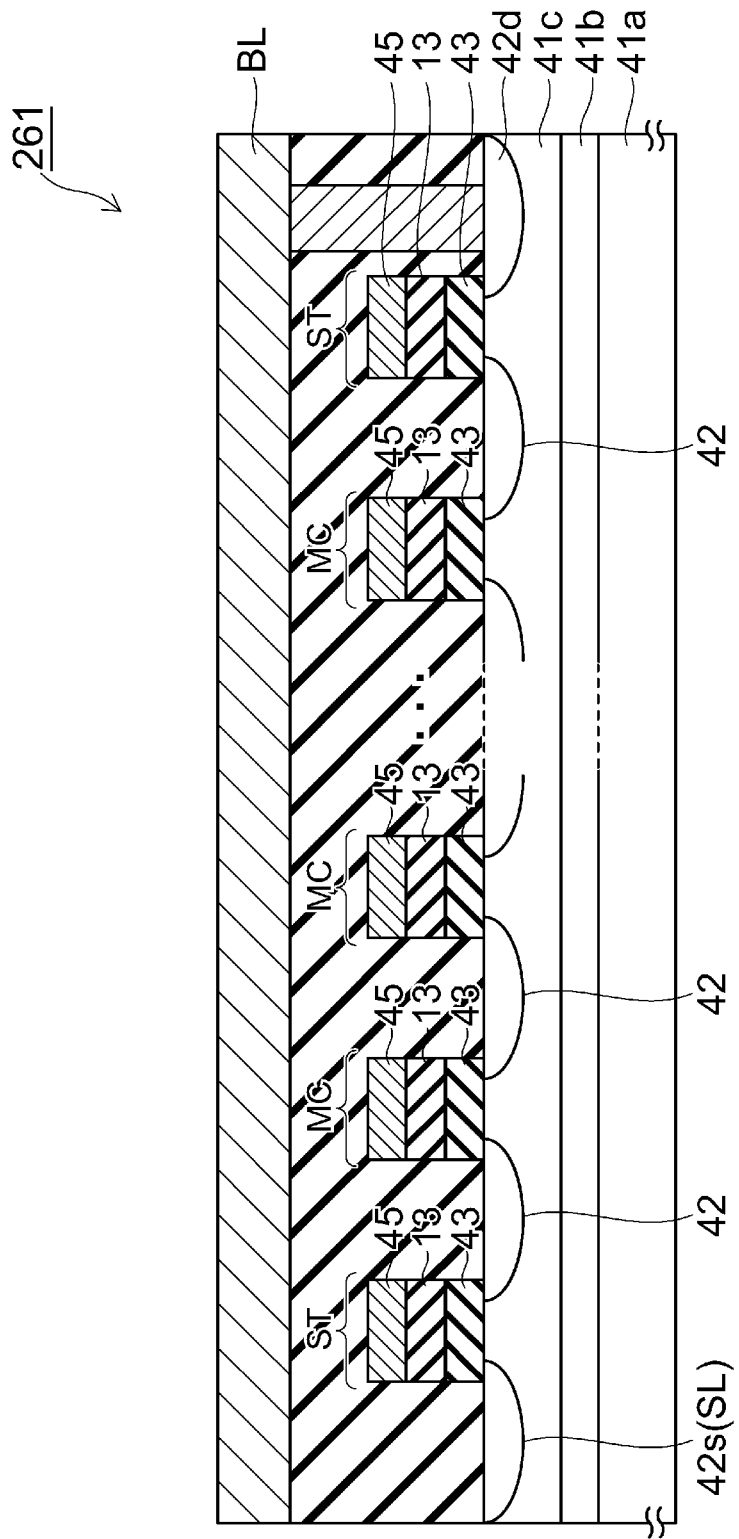
[図14]



[図15]



[図16]



The schematic diagram shows a memory array unit 264c. On the left, a vertical block 600 represents a word line driver. Two horizontal lines, both labeled WL(CG), extend from block 600 to the right. Each WL(CG) line is connected to the gate of a memory cell (MC). The memory cells are arranged in two rows. The top row's MC is connected to a horizontal line labeled SL (source line) and a vertical line labeled BL (bit line). The bottom row's MC is connected to the same SL line and another vertical line labeled BL. The label 264c points to the entire array structure.

264

BL

MC

45

13

43

42d

41c

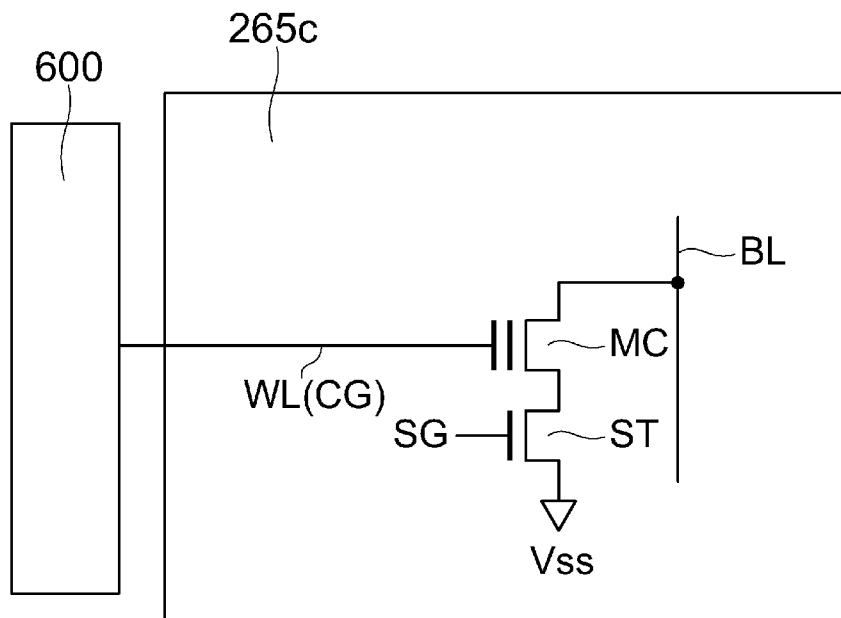
41b

41a

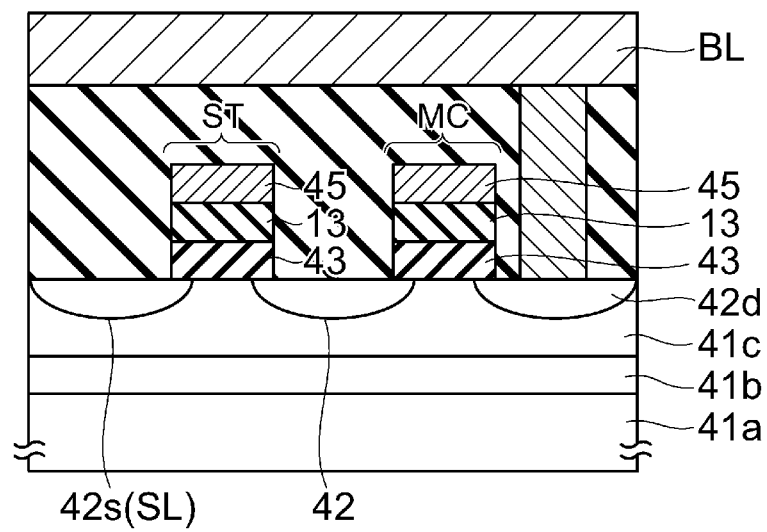
42d

42s(SL)

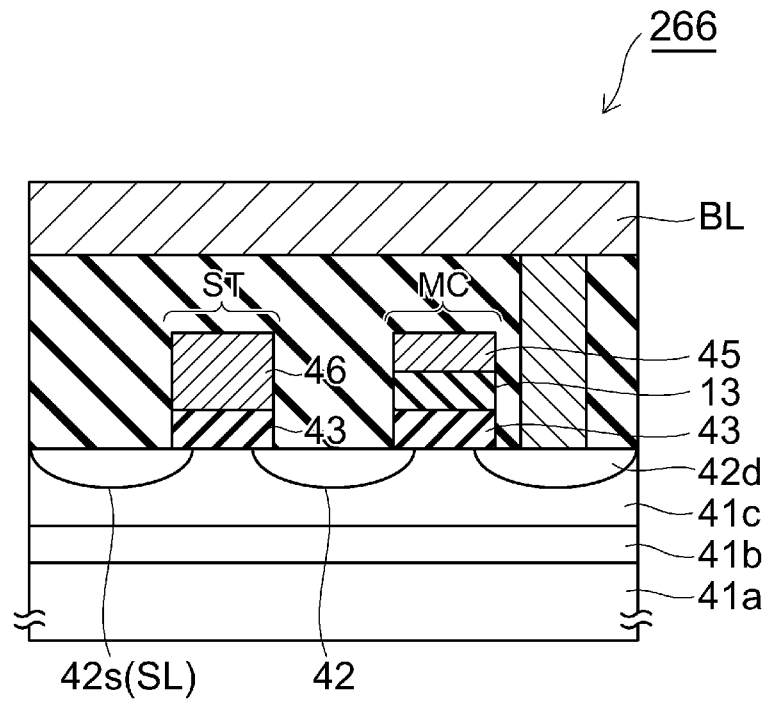
265



265



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/066229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L27/10(2006.01)i, G11B9/04(2006.01)i, H01L45/00(2006.01)i, H01L49/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L27/10, G11B9/04, H01L45/00, H01L49/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-84512 A (Toshiba Corp.), 10 April, 2008 (10.04.08), Full text & US 2007/0133358 A1 & CN 1983619 A & KR 10-2007-0062937 A	1-19
E, A	WO 2008/123307 A1 (Toshiba Corp.), 16 October, 2008 (16.10.08), Full text (Family: none)	1-19
A	JP 2008-205191 A (Toshiba Corp.), 04 September, 2008 (04.09.08), Full text (Family: none)	1-19

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 December, 2008 (08.12.08)Date of mailing of the international search report
16 December, 2008 (16.12.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/066229

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-273618 A (Toshiba Corp.), 18 October, 2007 (18.10.07), Full text (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L27/10(2006.01)i, G11B9/04(2006.01)i, H01L45/00(2006.01)i, H01L49/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L27/10, G11B9/04, H01L45/00, H01L49/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2008-84512 A (株式会社東芝) 2008.04.10, 全文 & US 2007/0133358 A1 & CN 1983619 A & KR 10-2007-0062937 A	1-19
E, A	WO 2008/123307 A1 (株式会社東芝) 2008.10.16, 全文 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2008-205191 A (株式会社東芝) 2008.09.04, 全文 (ファミリーなし)	1-19

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

正山 旭

4 M

9 2 7 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2007-273618 A (株式会社東芝) 2007. 10. 18, 全文 (ファミリーなし)	1-19