

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-152173
(P2003-152173A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 29/66		H 0 1 L 29/66	M
29/06	6 0 1	29/06	6 0 1 W
29/221		29/221	

審査請求 有 請求項の数16 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-346909(P2001-346909)

(22) 出願日 平成13年11月13日 (2001. 11. 13)

(71) 出願人 391012394

東北大学長

宮城県仙台市青葉区片平2丁目1番1号

(72) 発明者 大野 英男

宮城県仙台市泉区桂3-33-10

(72) 発明者 大谷 啓太

宮城県仙台市太白区鹿野3-12-24-102

(74) 代理人 100072051

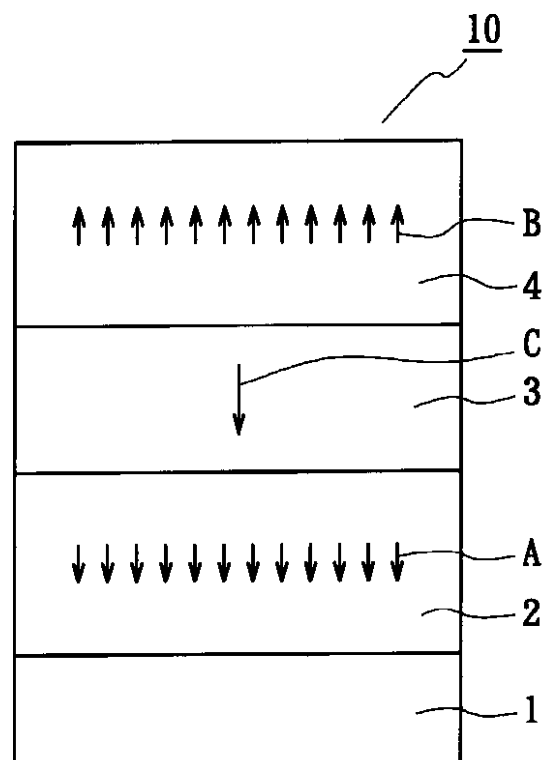
弁理士 杉村 興作 (外1名)

(54) 【発明の名称】 スピンフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 量子通信や量子演算などの技術において、キャリアスピンの方向を簡易に判別する素子を提供する。

【解決手段】 半導体基板1上に、第1の磁性半導体多重量子井戸構造2、非磁性半導体量子井戸構造3、及び第2の磁性半導体多重量子井戸構造4を順次形成する。第1の磁性半導体多重量子井戸構造2は、ダウンスピン状態のキャリアのみを透過しフィルタリングする。第2の磁性半導体多重量子井戸構造4は、アップスピン状態のキャリアのみを透過しフィルタリングする。そして、非磁性半導体量子井戸構造3にサブバンド間エネルギーに相当するサブバンド光を照射し、第2のサブバンド準位に励起した際に流れる電荷量から、フィルタリングされたキャリア量を定量する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造と、第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造と、非磁性半導体量子井戸構造とを具備し、この非磁性半導体量子井戸構造は、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造と隣接するようにして挟まれ、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造に所定の磁場を印加することによってスピン分裂させ、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造において、ダウンスピンの状態にあるキャリアのみを透過させ、前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸において、アップスピンの状態にあるキャリアのみを透過させるようにしたことを特徴とする、スピントラップ。

【請求項 2】 前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造を透過した前記ダウンスピン状態にあるキャリア量と、前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造を透過した前記アップスピン状態にあるキャリア量とは、前記非磁性半導体量子井戸構造を所定の準位に励起し、これによって前記スピントラップ内に流れる電荷量を計測することによって、定量することを特徴とする、請求項 1 に記載のスピントラップ。

【請求項 3】 前記非磁性半導体量子井戸構造は、同一又は異なるバンドに属するサブバンドのサブバンド間エネルギーに相当するサブバンド間光によって、所定のサブバンドに励起し、前記スピントラップ内に流れる電荷量を計測することにより、前記ダウンスピン状態にあるキャリア量と、前記アップスピン状態にあるキャリア量とを定量することを特徴とする、請求項 2 に記載のスピントラップ。

【請求項 4】 前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造の少なくとも一方は、ZnSe 層と ZnMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とが積層されてなることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一に記載のスピントラップ。

【請求項 5】 前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造の少なくとも一方は、ZnSe 層と ZnMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とが交互に周期的に積層されてなることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一に記載のスピントラップ。

【請求項 6】 前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造の少なくとも一方は、ZnSe 層と ZnCdMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とが積層されてなることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか

一に記載のスピントラップ。

【請求項 7】 前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造の少なくとも一方は、ZnSe 層と ZnCdMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とが交互に周期的に積層されてなることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一に記載のスピントラップ。

【請求項 8】 磁性半導体多重量子井戸構造と、非磁性半導体量子井戸構造とが隣接されて配置され、前記磁性半導体多重量子井戸構造に所定の磁場を印加してスピン分裂を生じさせ、前記磁性半導体多重量子井戸構造において、アップスピン及びダウンスピンの少なくとも一方の状態にあるキャリアのみを透過させるようにしたことを特徴とする、スピントラップ。

【請求項 9】 前記非磁性半導体量子井戸構造の、前記磁性半導体多重量子井戸構造と反対の側に隣接するようにして半導体障壁層を具備し、前記磁性半導体多重量子井戸構造において、アップスピン及びダウンスピンの少なくとも一方の状態にあるキャリアをそれぞれ透過させるようにしたことを特徴とする、請求項 8 に記載のスピントラップ。

【請求項 10】 前記磁性半導体多重量子井戸構造を透過した前記アップスピン及びダウンスピンの少なくとも一方の状態にあるキャリア量は、前記非磁性半導体量子井戸構造を所定の準位に励起し、これによって前記スピントラップ内に流れる電荷量を計測することによって、定量することを特徴とする、請求項 8 又は 9 に記載のスピントラップ。

【請求項 11】 前記非磁性半導体量子井戸構造は、外部光によって所定のエネルギー準位に励起し、前記スピントラップ内に流れる電荷量を計測することにより、前記アップスピン及びダウンスピンの少なくとも一方の状態にあるキャリア量を定量することを特徴とする、請求項 10 に記載のスピントラップ。

【請求項 12】 前記磁性半導体多重量子井戸構造は、ZnSe 層と ZnMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とが積層されてなることを特徴とする、請求項 8 ~ 11 のいずれか一に記載のスピントラップ。

【請求項 13】 前記磁性半導体多重量子井戸構造は、ZnSe 層と ZnMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とが交互に周期的に積層されてなることを特徴とする、請求項 8 ~ 11 のいずれか一に記載のスピントラップ。

【請求項 14】 前記磁性半導体多重量子井戸構造は、ZnSe 層と ZnCdMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、単層

の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とが積層されてなることを特徴とする、請求項 8 ~ 11 のいずれかに記載のスピントラップ。

【請求項 15】 前記磁性半導体多重量子井戸構造は、ZnSe 層と ZnCdMnSe 層とが交互に周期的に積層されてなり、前記非磁性半導体量子井戸構造は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とが交互に周期的に積層されてなることを特徴とする、請求項 8 ~ 11 のいずれかに記載のスピントラップ。

【請求項 16】 請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載のスピントラップを具える高周波発生器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、量子通信や量子情報処理などにおいて好適に用いることのできる、スピントラップに関する。

【0002】

【従来の技術】次世代の究極技術として、電子スピンを用いた量子通信や量子演算などが着目されている。このような技術においては、情報の読み出しを行なう際に、ユニタリ変換を行なって、前記量子通信などに用いるキャリアスピンの方向を測定することが要求される。キャリアスピンの方向を高感度に判別する方法としては、現在、時間分解ファラデー回転法などの技術が開発され、実用に供されているが、大規模なレーザ装置を必要とする点において簡便性に欠ける。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、量子通信や量子演算などの技術において、キャリアスピンの方向を簡易に判別する素子を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、本発明は、第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造と、第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造と、非磁性半導体量子井戸構造とを具え、この非磁性半導体量子井戸構造は、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造と隣接するようにして挟まれ、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造及び前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造に所定の磁場を印加することによってスピン分裂させ、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造において、ダウンスピンの状態にあるキャリアのみを透過させ、前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造において、アップスピンの状態にあるキャリアのみを透過させるようにしたことを特徴とする、スピントラップ（第 1 のスピントラップ）に関する。

【0005】また、本発明は、磁性半導体多重量子井戸構造と、非磁性半導体量子井戸構造とが隣接されて配置され、前記磁性半導体多重量子井戸構造に所定の磁場を印加してスピン分裂を生じさせ、前記磁性半導体多重量子井戸構造において、アップスピン及びダウンスピンの

少なくとも一方の状態にあるキャリアのみを透過させるようにしたことを特徴とする、スピントラップ（第 2 のスピントラップ）に関する。

【0006】本発明者らは、キャリアスピンの方向を簡易に判別する素子として、上述したような、磁性半導体多重量子井戸構造と非磁性半導体多重量子井戸構造とからなるスピントラップを開発した。

【0007】前記磁性半導体多重量子井戸構造は、例えば、II-VI 族化合物半導体、特に ZnSe 層と ZnMnSe 層とを交互に周期的に積層して構成することができる。このとき、ZnSe 層と ZnMnSe 層との厚さを適宜に調節することにより、特定のエネルギー領域にあるキャリアについて、そのダウンスピン状態にあるもの、又はアップスピン状態にあるものだけが透過するようになる。

【0008】図 1 は、磁性半導体多重量子井戸構造を構成する、ZnSe 層及び ZnMnSe 層の厚さを変化させた場合における、キャリアの透過率スペクトルのシミュレーション結果を示す図である。シミュレーションは、温度 4 K において、磁性半導体多重量子井戸構造に対して 5 T の磁場を印加した場合を想定した。また、積層周期数は 10 周期とした。

【0009】図 1 から明らかなように、ZnSe 層及び ZnMnSe 層の厚さが共に 5 nm の場合においては、図 1 (a) に示すように、約 20 ~ 30 meV のエネルギー領域にあるキャリアは、アップスピンの状態のものだけが透過し、約 30 ~ 40 meV のエネルギー領域にあるキャリアは、ダウンスピンの状態のものだけが透過する。

【0010】また、ZnSe 層及び ZnMnSe 層の厚さが共に 7.5 nm の場合においては、図 1 (b) に示すように、約 10 meV 前後の領域にあるキャリアは、アップスピンのものだけが透過し、約 10 ~ 20 meV のエネルギー領域にあるキャリアは、ダウンスピンのものだけが透過する。さらに、ZnSe 層及び ZnMnSe 層の厚さが共に 10 nm の場合においては、約 10 meV 前後のエネルギー領域にあるキャリアにおいて、ダウンスピンの状態にあるものだけが透過するようになる。

【0011】したがって、本発明に従った上記第 1 のスピントラップにおいて、例えば、第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造を厚さ 7.5 nm より若干薄い ZnSe 層と ZnMnSe 層とが交互に積層して構成し、第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造を厚さ 5 nm の ZnSe 層と ZnMnSe 層とが交互に積層して構成することにより、図 1 (a) 及び (b) から分かるように、約 20 ~ 30 meV のエネルギー領域にあるキャリアは、前記第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造においてはダウンスピンの状態にあるものだけが透過し、前記第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造においてはアップスピンの状態にあ

るものだけが透過する。

【0012】この結果、本発明の第1のスピントフィルタにおいては、同じエネルギー領域にあるキャリアのダウンスピン状態にあるもの、及びアップスピン状態にあるものを同時にフィルタリングすることができる。

【0013】但し、第1の磁性半導体多重量子井戸構造及び第2の磁性半導体多重量子井戸構造を同様の積層構造から構成することにより、異なるエネルギー領域にあるキャリアのダウンスピン状態にあるもの、又はアップスピン状態にあるものを透過させ、フィルタリングすることができる。

【0014】例えば、第1の磁性半導体多重量子井戸構造及び第2の磁性半導体多重量子井戸構造を、それぞれ厚さ5nmのZnSe層とZnMnSe層とが交互に積層して構成することにより、図1(a)から分かるように、約20~30meVのエネルギー領域にあるキャリアは、そのアップスピン状態にあるものだけが透過され、約30~40meVのエネルギー領域にあるキャリアは、そのダウンスピン状態にあるものだけが透過されるようになる。

【0015】一方、このようにキャリアのダウンスピン状態及びアップスピン状態を、各エネルギー領域毎に、いずれか一方のみを透過させフィルタリングするような場合においては、上述のように2組の磁性半導体多重量子井戸構造を設けることなく、単独の磁性半導体多重量子井戸構造を設けるのみで実現することができる。

【0016】例えば、厚さ5nmのZnSe層とZnMnSe層とが交互に積層されてなる磁性半導体多重量子井戸構造を単独で設けることにより、図1(a)から分かるように、約20~30meVのエネルギー領域にあるキャリアについては、そのアップスピン状態にあるものだけが透過され、約30~40meVのエネルギー領域にあるキャリアについては、そのダウンスピン状態にあるものだけが透過されるようになる。本発明の第2のスピントフィルタは、このような観点の下になされたものである。

【0017】上述したように、本発明の第1及び第2のスピントフィルタは、いずれの場合においてもキャリアのスピント状態に応じて、前記キャリアを選択的に透過させ、フィルタリングすることができる。したがって、次世代の量子通信や量子演算などにおける素子として好適に用いることができる。

【0018】また、本発明における「キャリア」は、半導体量子井戸構造内における固体内電子又は正孔を意味し、外部からの光照射又は電場印加などによって、誘起されるものである。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。図2は、本発明の第1のスピントフィルタの一例を示す構成図である。図2に示すス

ピントフィルタ10は、GaAsなどからなる半導体基板1上において、第1の磁性半導体多重量子井戸構造2、非磁性半導体量子井戸構造3、及び第2の磁性半導体多重量子井戸構造4が順次に積層されている。

【0020】今、所定の磁場を印加されて、第1及び第2の磁性半導体多重量子井戸構造2及び4においてスピント分裂が生じ、第1の磁性半導体多重量子井戸構造2がダウンスピン状態のキャリアを透過し、第2の磁性半導体多重量子井戸構造3がアップスピン状態のキャリアを透過するとする。このとき、第1の磁性半導体多重量子井戸構造2内には、透過されたダウンスピン状態のキャリアのそれぞれに応じて一定方向、例えば図中矢印Aで示すような向きに電荷の移動が生じる。一方、第2の磁性半導体多重量子井戸構造4内には、透過されたアップスピン状態のキャリアのそれぞれに応じて前記ダウンスピン状態のキャリアとは逆向きの、例えば、図中矢印Bで示すような向きに電荷の移動が生じる。

【0021】したがって、矢印Aで示される電荷量及び矢印Bで示される電荷量を計測することによって、ダウンスピン状態のキャリア量及びアップスピン状態にあるキャリア量を定量することができる。

【0022】しかしながら、スピントフィルタ10は、それ自体を1つの素子として独立させて用いる。さらに、実際に用いる場合においては、外部からの励起媒体に依存して、生成されるキャリアのスピント状態などが変化するため、前記励起媒体に応じてスピントフィルタ10がどのように応答するのかが問題になる。

【0023】したがって、通常は、矢印A及びBで示される電荷量の合計を計測して、その応答性を監視することになる。すなわち、キャリアのダウンスピン状態及びアップスピン状態のそれぞれが単独で問題となるのではなく、スピントフィルタ10が、フィルタリングできるエネルギー領域に励起されたキャリアの全体に対してどのように応答するのかが問題となる。

【0024】この場合においては、非磁性半導体量子井戸構造3を所定の準位に励起し、内部に所定のキャリアを生成させ、スピントフィルタ10全体を導通状態とすることによって、スピントフィルタ10全体に流れる電荷量、例えば、図中矢印Cで示す電荷量を計測する。

【0025】特に、非磁性半導体量子井戸構造3に対して、同一又は異なるバンドに属するサブバンドのサブバンド間エネルギーに相当するサブバンド間光を照射し、非磁性半導体量子井戸構造3を所定のサブバンドにまで励起し、このときに移動する電荷量を計測することが好ましい。前記サブバンド間光は、キャリアのスピント状態を変化させることがないため、前記電荷量は、第1及び第2の磁性半導体多重量子井戸構造で透過されフィルタリングされたキャリアのスピント状態を忠実に再現したものととなる。

【0026】第1及び第2の磁性半導体多重量子井戸構

造 2 及び 4、並びに非磁性半導体量子井戸構造 3 は、例えば、所定の II - VI 族化合物半導体から構成することができる。例えば、第 1 及び第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造 2 及び 4 を、ZnSe 層と ZnMnSe 層とを周期的に交互に積層して構成し、非磁性半導体量子井戸構造 3 を、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とを積層して構成することができる。また、非磁性半導体量子井戸構造 3 は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とを周期的に交互に積層して構成することができる。

【0027】また、第 1 及び第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造 2 及び 4 を、ZnSe 層と ZnCdMnSe 層とを交互に周期的に積層させて構成し、非磁性半導体量子井戸構造 3 を、非磁性半導体量子井戸構造 3 を、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とを積層して構成することができる。また、前述したように、非磁性半導体量子井戸構造 3 は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とを周期的に交互に積層して構成することができる。

【0028】図 3 は、本発明の第 2 のスピントラップの一例を示す構成図である。図 3 に示すスピントラップ 20 においては、GaAs などからなる半導体基板 11 上に、磁性半導体多重量子井戸構造 12、非磁性半導体量子井戸構造 13、及び半導体障壁層 15 が順次形成されている。そして、この場合においては、所定の磁場が印加されて磁性半導体多重量子井戸構造 12 内にスピン分裂が生じると、上述したように、キャリアのエネルギー領域に応じてダウンスピン状態又はアップスピン状態のキャリアが透過されフィルタリングされる。

【0029】ダウンスピン状態のキャリアがフィルタリングされた際には、これらのキャリアに応じて、例えば図中矢印 P で示すような電荷の移動が生じる。そして、アップスピン状態のキャリアがフィルタリングされた際には、これらのキャリアに応じて、同様に図中矢印 P で示すような電荷の移動が生じる。したがって、これらの電荷量を計測することによって、透過されフィルタリングされたダウンスピン状態のキャリア又はアップスピン状態のキャリアを定量することができる。

【0030】定量の際には、上述したように非磁性半導体量子井戸構造 13 を励起して所定のキャリアを生成させ、スピントラップ 20 全体に流れる電荷量を計測する。好ましくは、前述したように、非磁性半導体量子井戸構造 13 に対して、所定の光を照射し、非磁性半導体量子井戸構造 13 を所定の準位に励起し、このときに流れる電荷量を計測する。この電荷量はフィルタリングされたキャリア量を忠実に再現したものとなるので、フィルタリングされたキャリア量を正確に定量することができる。

【0031】なお、図 3 における半導体障壁層 15 は、キャリアの閉じ込めをより効果的に行なうためのものであり、磁性半導体多重量子井戸構造 12 及び非磁性半導体量子井戸構造 13 と比較して、大きなバンドギャップ

を有する。しかしながら、このような半導体障壁層は必ずしも要求されるものではなく、半導体障壁層を有しなくとも十分に機能し得る、本発明に従った第 2 のスピントラップを提供することができる。また、半導体障壁層の機能を半導体基板 11 に付与することもできる。

【0032】磁性半導体多重量子井戸構造 12、及び非磁性半導体量子井戸構造 13 は、上記同様に、所定の II - VI 族化合物半導体から構成することができる。例えば、磁性半導体多重量子井戸構造 12 を、ZnSe 層と ZnMnSe 層とを周期的に交互に積層して構成し、非磁性半導体量子井戸構造 13 を、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とを積層して構成することができる。また、非磁性半導体量子井戸構造 13 は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とを周期的に交互に積層して構成することができる。

【0033】また、磁性半導体多重量子井戸構造 12 を、ZnSe 層と ZnCdMnSe 層とを交互に周期的に積層させて構成し、非磁性半導体量子井戸構造 13 を、単層の ZnCdSe 層と単層の ZnSe 層とを積層して構成することができる。また、前述したように、非磁性半導体量子井戸構造 13 は、ZnCdSe 層と ZnSe 層とを周期的に交互に積層して構成することができる。

【0034】さらに、半導体障壁層 15 は、BeTe、ZnSSe、及び ZnMgSe などから構成することができる。

【0035】以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変更が可能である。

【0036】例えば、本発明の第 2 のスピントラップにおいて、半導体障壁層を設ける代わりに、この半導体障壁層を構成する材料を非磁性半導体量子井戸構造に組み込み、例えば、ZnCdSe 層と BeTe 層との超格子構造とすることにより、非磁性半導体量子井戸構造自体に半導体障壁層の機能を組み込むことができる。

【0037】また、本発明のスピントラップを用いることによって高周波発生器を作製することができる。例えば、図 2 に示すような構成のスピントラップにおいて、第 1 の磁性半導体多重量子井戸構造 2 及び第 2 の磁性半導体多重量子井戸構造 4 に所定の磁場が印加されてスピン分裂した状態で、非磁性半導体量子井戸構造 3 のバンド間に相当するエネルギーを有する円偏光を照射すると、非磁性半導体量子井戸構造 3 内には、歳差運動する電子スピンの生成される。このとき、前述したようにサブバンド間光を照射し、非磁性半導体量子井戸構造 3 を所定のサブバンドにまで励起し、このときに流れる電荷量を計測する。

【0038】電荷の流れる方向は、スピンの方向に応じ

て変化するため、スピンの歳差運動の周波数で変化するように。一方、歳差運動の周波数は印加する磁場の大きさに比例して線形的に変化する。したがって、この電荷量を所定のアンテナとカップリングすることによって、広帯域で周波数可変な高周波発生器を得ることができる。

【0039】なお、上記においては、複数のキャリアを用い、これら複数のキャリアを一つのグループとして、このグループを総合的に観察した際のスピンの方向を判別し、測定するようにしたが、単一のキャリアを用い、このキャリアのスピンの方向を判別し、測定することもできる。

【0040】さらに、上記においては、第1の磁性半導体多重量子井戸構造2などをII-VI族化合物半導体から構成する場合について説明してきたが、第1の磁性半導体多重量子井戸構造2などは、III-V族化合物強磁性半導体から構成することもできる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、量子通信や量子演算などの技術において、キャリアスピ

ンの方向を簡易に判別する素子としての、スピンスピルタを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスピンスピルタにおける、キャリアの透過率スペクトルのシミュレーション結果を示す図である。

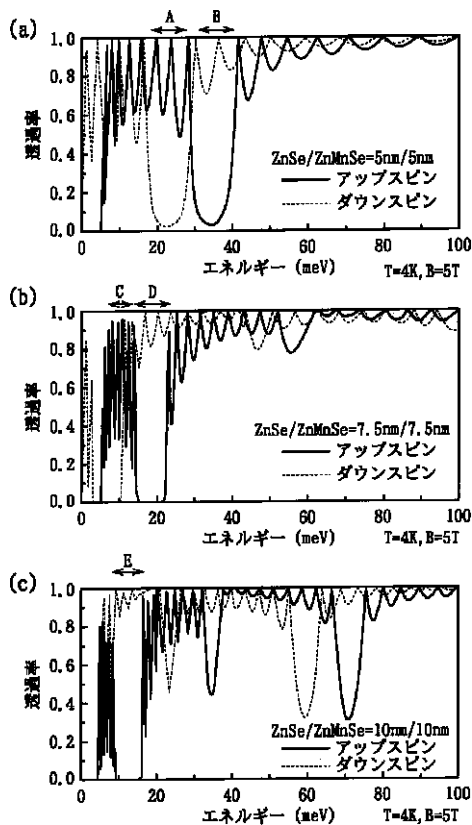
【図2】 本発明の第1のスピンスピルタの一例を示す構成図である。

【図3】 本発明の第2のスピンスピルタの一例を示す構成図である。

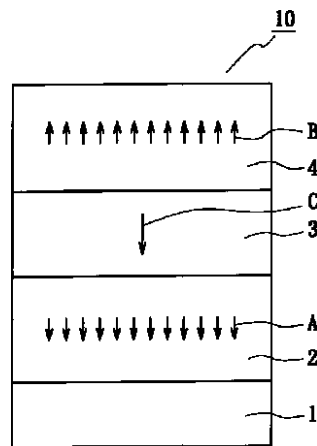
【符号の説明】

- 1、11 半導体基板
- 2 第1の磁性半導体多重量子井戸構造
- 3、13 非磁性半導体量子井戸構造
- 4 第2の磁性半導体多重量子井戸構造
- 10 第1のスピンスピルタ
- 12 磁性半導体多重量子井戸構造
- 15 半導体障壁層
- 20 第2のスピンスピルタ

【図1】



【図2】



【図3】

