

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-137312

(P2012-137312A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1R 33/07 (2006.01)	GO1R 33/06	2G017
HO1L 43/06 (2006.01)	HO1L 43/06	5F092

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-287993 (P2010-287993)	(71) 出願人	303046277 旭化成エレクトロニクス株式会社 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
(22) 出願日	平成22年12月24日(2010.12.24)	(74) 代理人	110001243 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
		(72) 発明者	尾形 哲朗 東京都千代田区神田神保町1丁目105番地 旭化成エレクトロニクス株式会社内
		Fターム(参考)	2G017 AB08 AB09 AD55 AD56 AD61 AD64 BA05 5F092 AA15 AB01 AC02 AD07 BA06 BA08 BA15 BA22 BA34 BA37

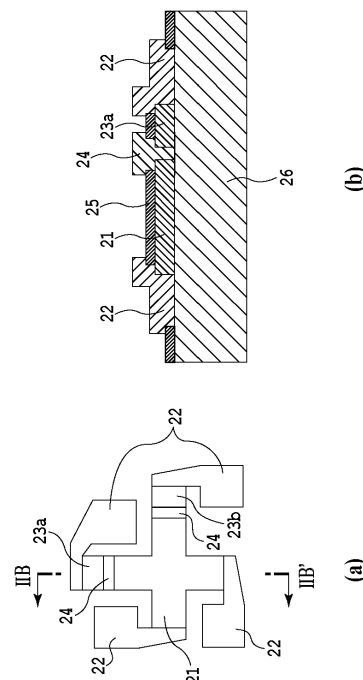
(54) 【発明の名称】 磁気センサ

(57) 【要約】

【課題】感磁部と磁気感度および抵抗の調整を可能とするトリミング部とを備えた磁気センサを提供すること。

【解決手段】磁気センサは、基板26に設けられた化合物半導体からなる十字形状パターンの感磁部21を備え、入力端子21a, 21bと出力端子21c, 21dの少なくとも一方の端子21a, 21dに、化合物半導体を有するトリミング部23a, 23bが接続電極24を介して直列接続されている。ウェハプロービングを行いながら、接続電極24を介して感磁部21に直列接続された入力端子側のトリミング部23aを、レーザートリミングすることにより、定電圧駆動における磁気感度の調整を可能とし、同様に出力端子側のトリミング部23bをトリミングすることにより出力抵抗の調整を可能にした。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に設けられた化合物半導体からなる感磁部を備えた磁気センサにおいて、前記感磁部は、入力端子と出力端子とを備え、前記入力端子と前記出力端子のいずれにも、前記化合物半導体を有するトリミング部が接続電極を介して接続されていることを特徴とする磁気センサ。

【請求項 2】

前記トリミング部は、トリミング層と、該トリミング層上に設けられた第 1 の化合物半導体層とを備え、該第 1 の化合物半導体層は、トリミング用レーザー光が透過する材料であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気センサ。

10

【請求項 3】

前記トリミング部は、トリミング層と、該トリミング層下に設けられた第 2 の化合物半導体層とを備え、該第 2 の化合物半導体層は、トリミング用レーザー光が透過する材料であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の磁気センサ。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の化合物半導体層が $AlGaAsSb$ 層からなり、前記トリミング層が $InAs$ 層からなることを特徴とする請求項 3 に記載の磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、化合物半導体からなる感磁部を備えた磁気センサに関し、より詳細には、感磁部と磁気感度および抵抗の調整を可能とするトリミング部とを備えた磁気センサに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、磁気センサは、電流検出素子や位置検出素子などに広く応用されており、近年では、高精度化が進むとともに、磁気センサの特性（磁気感度及び不平衡電圧）に対して、ばらつき低減の要求が強まってきている。通常は、磁気センサが実装されるセンサモジュールの回路上で、可変抵抗などにより特性調整される、あるいは、増幅器により出力を増幅されるが、ウェハ上で磁気センサのばらつきを低減することができれば、センサモジュール回路上での個々の調整が簡略化され、低コスト化及び小型軽量化が可能となる。

30

【0003】

図 1 (a), (b) は、従来 of 磁気センサを説明するための構成図で、図 1 (a) は上面図、図 1 (b) は図 1 (a) における $IB - IB'$ 線断面図、図 2 は図 1 (a) の等価回路を示す回路図である。図中符号 1 は感磁部、1a, 1b は感磁部の入力端子、1c, 1d は感磁部の出力端子、2 はボンディング電極パッド、5 は保護層、6 は基板を示している。

【0004】

従来 of 磁気センサは、図 1 (a), (b) に示されているように、基板 6 に設けられた化合物半導体からなる十字形状パターンの感磁部 1 を有している。この感磁部 1 は、図 2 に示されているように、ブリッジ回路を構成し、入力端子 1a, 1b と出力端子 1c, 1d とを備えている。これらの入力端子 1a, 1b と出力端子 1c, 1d には、それぞれボンディング電極パッド 2 が接続されている。また、感磁部 1 上には保護層 5 が設けられている。

40

【0005】

このような構成 of 従来 of 磁気センサは、トリミング部を有していないため、図 2 に示されているように、感磁部 1 の入力端子 1a, 1b 間には、定電圧 V_{in} がそのまま印加される。磁気センサ of 定電圧駆動における磁気感度は、化合物半導体 of 移動度及び感磁部 1 の形状（長さ and 幅の比）と入力電圧 V_{in} で決定されるため、素子間（ウェハ面内及びウェハ間）における半導体層 of 移動度及び感磁部形状 of ばらつきが、そのまま定電圧駆動に

50

おける磁気感度のばらつきとなるため定電圧駆動における磁気感度を調整することはできない。

【0006】

このような磁気センサの特性ばらつきを低減させる方法としては、例えば、特許文献1及び2に示されるようなトリミングを磁気センサに施すことが知られている。特許文献1に記載のものは、不平衡電圧が小さいホール素子に関するもので、ホール電圧端子間の電圧を測定しながら、ホール電圧端子と取付部に必要な量だけスリットを入れる方法、及び感磁部に金属めっきする方法が採られており、そのような方法によりオフセット電圧を調整している。

【0007】

図3は、上述した特許文献1に記載されている磁気センサの等価回路を示す回路図で、図中符号11a, 11bは感磁部の入力端子、11c, 11dは感磁部の出力端子を示している。この特許文献1には、感磁部をトリミングすることによりオフセット電圧を調整できることが記載されているが、感磁部(ブリッジ回路)に印加される電圧 V_{in} は一定であるために定電圧駆動における磁気感度を調整することはできない。

【0008】

また、特許文献2に記載のものは、スピードセンサや磁気エンコーダに用いられる磁気センサに関するもので、磁気抵抗素子におけるブリッジを構成する抵抗体にレーザー照射することによりトリミングしてオフセット電圧を調整している。

【0009】

このように、上述した特許文献1及び2に記載のいずれの方法において、オフセット電圧をウェハ上で調整することは可能であるが、感度の調整を行うことは不可能であった。

【0010】

さらに、磁気センサは、可変抵抗を含む調整回路や増幅器との組合せによって構成される磁気検出デバイスとして使用されることが多く、この場合、磁気センサは、このようなデバイスを形成する回路の一部となる。

【0011】

図4は、従来磁気センサと増幅器により構成された磁気検出デバイスの回路図で、磁気センサを増幅器に接続し、出力を増幅させることを目的とした磁気検出デバイスの回路の例である。図中の R_{in} , R_{out} のそれぞれは、磁気センサの入力抵抗と出力抵抗を示す、 R_a , R_b は、それぞれ増幅器の入力抵抗とフィードバック抵抗を示している。この回路図に示す増幅器では、デバイス全体の出力は磁気センサ単体の出力の $R_b / (R_a + R_{out} / 2)$ 倍になることが知られている。

【0012】

すなわち、磁気センサの出力抵抗が増幅器のゲインのパラメータとなっており、磁気センサの出力抵抗がデバイス全体の出力ばらつきに影響することがわかる。したがって、磁気センサの感度とともに回路の一部となる磁気センサの出力抵抗も調整することによって、デバイス全体の出力ばらつきを低減することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開昭55-134992号公報

【特許文献2】特開平1-199180号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ウェハ上で磁気センサの抵抗および磁気感度の調整が可能で、かつ量産性に優れた特性バラツキの小さい磁気センサおよびこれと調整回路、増幅器と組み合わせて構成された磁気検出デバイスを提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、このような目的を達成するためになされたもので、請求項1に記載の発明は、基板に設けられた化合物半導体からなる感磁部を備えた磁気センサにおいて、前記感磁部は、入力端子と出力端子とを備え、前記入力端子と前記出力端子のいずれにも、前記化合物半導体を有するトリミング部が接続電極を介して接続されていることを特徴とする。
(図7の実施例1に相当)

【0016】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記トリミング部は、トリミング層と、該トリミング層上に設けられた第1の化合物半導体層とを備え、該第1の化合物半導体層は、トリミング用レーザー光が透過する材料であることを特徴とする。
(図8の実施例2に相当)

10

【0017】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、前記トリミング部は、トリミング層と、該トリミング層下に設けられた第2の化合物半導体層とを備え、該第2の化合物半導体層は、トリミング用レーザー光が透過する材料であることを特徴とする。
(図14の実施例3に相当)

【0018】

また、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、前記第1及び第2の化合物半導体層がAlGaAsSb層からなり、前記トリミング層がInAs層からなることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、磁気センサの感磁部の入力端子と出力端子それぞれに、感磁部と同じ化合物半導体を有するトリミング部が接続電極を介して接続され、ウェハプロービング(電氣的検査)を行いながら、レーザートリミングを用いてトリミング部の抵抗値を変化させることにより、入力端子側のトリミング部で感度、出力側のトリミング部で磁気センサ外部の回路に接続される抵抗の調整がそれぞれ可能となり、量産性に優れた特性バラツキの小さい磁気センサ及びこれと調整回路、増幅器と組み合わせて構成された磁気検出デバイスを提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】従来の磁気センサを説明するための構成図で、(a)は上面図で、(b)は、図1(a)におけるIB-IB'線断面図である。

【図2】図1(a)の等価回路を示す回路図である。

【図3】特許文献1に記載されている磁気センサの等価回路を示す回路図である。

【図4】従来の磁気センサと増幅器により構成された磁気検出デバイスの回路図である。

【図5】本発明に係る磁気センサの実施形態を説明するための構成図で、(a)は上面図、(b)は、図5(a)におけるII B-II B'線断面図である。

【図6】図5(a)の等価回路を示す回路図である。

40

【図7】本発明の磁気センサにおける基板とトリミング部の実施例1を示す構成図である。

【図8】本発明の磁気センサにおける基板と第1の化合物半導体層を備えたトリミング部の実施例2を示す構成図である。

【図9】トリミングされたInAs層断面の概念図で、(a)は低パワーでのレーザートリミングの場合、(b)は高パワーでのレーザートリミングの場合を示している。

【図10】トリミングされたInAs層断面の他の概念図で、(a)は低パワーでのレーザートリミングの場合、(b)は高パワーでのレーザートリミングの場合を示している。

【図11】トリミング部カット率と定電圧駆動における磁気感度変化率との関係を示す図である。

50

【図 1 2】カット幅と感磁部幅の比率を示す図である。

【図 1 3】トリミングカット率と抵抗変化率との関係を示す図である。

【図 1 4】本発明の磁気センサにおける基板と第 1 及び第 2 の化合物半導体層を備えたトリミング部の実施例 3 を示す構成図である。

【図 1 5】低パワーのレーザー光でも InAs 層全体が溶融・固化する様子を示す図である。

【図 1 6】トリミング部カット率と定電圧駆動における磁気感度変化率との関係を示す図である。

【図 1 7】トリミングカット率と抵抗変化率との関係を示す図である。

【図 1 8】本発明の磁気センサにおける実施例 4 を示す構成図である。

10

【図 1 9】図 1 8 の等価回路を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図 5 (a), (b) は、本発明に係る磁気センサの実施形態を説明するため構成図で、図 5 (a) は上面図、図 5 (b) は図 5 (a) における II B - II B' 線断面図で、図 6 は、図 5 (a) の等価回路を示す回路図である。図中符号 2 1 は感磁部、2 1 a, 2 1 b は感磁部の入力端子、2 1 c, 2 1 d は感磁部の出力端子、2 2 はボンディング電極パッド、2 3 (2 3 a, 2 3 b) はトリミング部、2 4 は接続電極、2 5 は保護層、2 6 は GaAs 基板を示している。

20

【0022】

本発明の磁気センサは、GaAs 基板 2 6 に設けられた化合物半導体からなる十字形状パターンの感磁部 2 1 を備えている。この感磁部 2 1 は、入力端子 2 1 a, 2 1 b と出力端子 2 1 c, 2 1 d とを備え、入力端子 2 1 a, 2 1 b の少なくとも一方の入力端子 2 1 a に、かつ、出力端子 2 1 c, 2 1 d の少なくとも一方の出力端子 2 1 d に化合物半導体を有するトリミング部 2 3 a, 2 3 b が接続電極 2 4 を介して直列接続されている。

【0023】

このような構成により、トリミング部 2 3 a と感磁部 2 1 は接続電極 2 4 を介して直列接続されており、例えば、レーザートリミングにより入力端子側のトリミング部 2 3 a の抵抗値 R 1 を調整することにより、磁気センサに印加される電圧は一定であるが、直列に接続されているトリミング部 2 3 a と感磁部 2 1 の抵抗値 R の比を変えることにより、感磁部 2 1 に印加される電圧を任意に調整することができる。

30

【0024】

また、同様にレーザートリミングにより出力端子側のトリミング部 2 3 b の抵抗値 R 2 を調整することにより、磁気センサの出力端子間の抵抗を任意に調整することができる。なお、これらの入力端子側のトリミング部 2 3 a による感度調整と出力端子側のトリミング部 2 3 b による抵抗調整は互いに独立である。

【0025】

つまり、定電圧駆動における磁気感度などの電気特性をウェハプロービングで測定する際、定電圧駆動における磁気感度、出力端子間の抵抗をモニタしながら、移動度および感磁部 2 1 の形状に起因した磁気センサ間の特性ばらつきを一定値に調整することが可能となる。入力端子側のトリミング部 2 3 a の抵抗値 R 1 を変化させることにより、感度ばらつきを、さらに、出力端子側のトリミング部 2 3 b の抵抗値 R 2 を変化させることにより、抵抗ばらつきを調整することが可能である。

40

【0026】

このように、図 3 に示されている従来の磁気センサの等価回路と、図 6 に示されている本発明の磁気センサの等価回路とを比較すると、従来のものが、感磁部 (ブリッジ回路) 1 に印加される電圧は一定であるため定電圧駆動における磁気感度を調整することができないのに対して、本発明のものは、感磁部 (ブリッジ回路) 2 1 に印加される電圧を入力側のトリミング部 2 3 a の抵抗値 R 1 を変化させることにより任意に調整することができ

50

、かつ、出力端子間の抵抗を出力側のトリミング部 23b の抵抗値 R2 を変化させることにより任意に調整することができる点が相違している。

【0027】

なお、図5(a)では、磁気センサの感磁部の形状を十字型で示したが、レーザートリミングによる特性ばらつき調整の効果は、感磁部の形状によらず同じである。

【実施例1】

【0028】

図7は、本発明の磁気センサにおける基板とトリミング部の実施例1を示す構成図で、図中符号26はGaAs基板、28はInAs層(トリミング層)を示している。なお、InAs層(トリミング層)28は、図5(a)、(b)におけるトリミング部23a又は23bに対応している。

10

【0029】

本発明のトリミング部23a、23bの材料としては、感磁部21と同一の化合物半導体であれば特に限定されるものではない。GaAsやSiなどの基板26上に、MBE(分子線エピタキシー)法やMOCVD(有機金属化学気相成長)法により化合物半導体薄膜を形成する方法や、化合物半導体のGaAs基板、例えば、GaAs基板にSiなどをイオン注入し、その後、活性化アニールすることによりトリミング部を形成する方法がある。

【0030】

酸化シリコンや窒化シリコンなどの保護層25で覆われたトリミング部23a、23bにレーザー光を照射すると、レーザー光は、保護層25を透過して、トリミング層28で吸収され、このトリミング層28が溶融・固化することにより抵抗値Rが変化する。本発明においては、トリミング層材料が化合物半導体であるために、金属材料を蒸発させリンク除去する、一般的なトリミング方法と異なり、完全にトリミング層を除去することなくとも保護層25へのダメージを抑制しながらレーザートリミングすることが可能となる。

20

【0031】

保護層25は、水分などの外部雰囲気による化合物半導体層の腐食を抑制する役割があり、信頼性の高いデバイスとするためには必要である。レーザートリミングをした後に、保護層25を形成することも不可能ではないが、保護層25を形成する工程での熱履歴によりレーザートリミングにより調整した特性がシフトしてしまう可能性があり、特性ばらつき低減に適していないこと、工程の途中でレーザートリミングするためデバイス完成後のウェハ検査時にレーザートリミングする場合と比較してプロービング回数が増えること、保護層25のない状態でレーザートリミングをするとAsなどが飛散する可能性があり、環境に対して適していないことから、保護層25を形成した状態で、つまりデバイス完成後にレーザートリミングすることが好ましい。

30

【0032】

トリミング部23a、23bの層構造は、化合物半導体の単層構造でも良いし、積層構造(多層構造)でも良く、特に限定されるものではないが、トリミング用レーザー光が吸収されるトリミング層の上にトリミング用レーザー光が透過する第1の化合物半導体層を備えることが好ましい(後述する実施例2参照)。また、トリミング用レーザー光が吸収されるトリミング層の下にトリミング用レーザー光が透過する第2の化合物半導体層を備えることがさらに好ましい(後述する実施例3参照)。

40

【実施例2】

【0033】

図8は、本発明の磁気センサにおける基板とトリミング部の実施例2を示す構成図で、図中符号26はGaAs基板(図7と同じ符号を付してある)、38はInAs層(トリミング層)、39はAlGaAsSb層(第1の化合物半導体層)を示している。なお、InAs層(トリミング層)38とAlGaAsSb層(第1の化合物半導体層)39は、図5(a)、(b)におけるトリミング部23(23a、23b)に対応している。

50

【0034】

保護層25で覆われたトリミング部23a, 23bにレーザー光を照射すると、レーザー光は、保護層25、第1の化合物半導体層39を透過して、トリミング層38で吸収され、このトリミング層38が溶融・固化することにより抵抗値Rが変化する。保護層25とトリミング層38が接していると、トリミング層38の溶融・固化時に保護層25にストレスがかかるが、トリミング用レーザー光が透過し吸収されない第1の化合物半導体層39をトリミング層38と保護層25の間に備えることにより保護層25へのストレスを抑制することができる。

【0035】

図9(a), (b)は、トリミングされたInAs層断面の概念図(実施例1)で、図9(a)は、低パワーでのレーザートリミングの場合、図9(b)は、高パワーでのレーザートリミングの場合を示している。また、図10(a), (b)は、トリミングされたInAs層断面の他の概念図(実施例2)で、図10(a)は、低パワーでのレーザートリミングの場合、図10(b)は、高パワーでのレーザートリミングの場合を示している。

10

【0036】

低パワーでのレーザートリミングでは、いずれの構造においても保護層にストレスがほとんどかかることなく抵抗を変化させることができるが、InAs層のより深い部分まで溶融・固化し抵抗変化率を高めるために高パワーでレーザートリミングすると、図9(a), (b)の構造においては、溶融・固化される部分と保護層が接しているために保護層へのストレスが大きくクラックが入り品質が劣化することもある。それに対して、図10(a), (b)の構造においては、保護層とトリミング層の間に第1の化合物半導体層が存在することにより、高パワーにおいても保護層へのストレスが低減されトリミングが可能となる。第1の化合物半導体層はレーザー光を吸収しない禁制帯幅であり、またトリミング層に対して十分に高抵抗な材料である。

20

【0037】

図11は、トリミング部カット率と定電圧駆動における磁気感度変化率との関係を示す図である。ここでカット率とは、図12に示すカット幅と感磁部幅の比率を示している。

【0038】

レーザー出力により定電圧駆動における磁気感度変化率は異なり、カット率0~75%の範囲における磁気感度調整幅(定電圧駆動における磁気感度変化率)は、レーザー出力が0.07μJで5%、0.30μJで17%であった。

30

【0039】

図13は、本発明におけるトリミングカット率と抵抗変化率との関係を示す図である。カット率0~75%の範囲における抵抗調整幅(抵抗変化率)はレーザー出力0.07μJで5%、0.30μJで18%であった。

【実施例3】

【0040】

図14は、本発明の磁気センサにおける基板とトリミング部の実施例3を示す構成図で、図中符号26はGaAs基板(図7と同じ符号を付してある)、47は下部AlGaAsSb層(第2の化合物半導体層)、48はInAs層(トリミング層)、49は上部AlGaAsSb層(第1の化合物半導体層)を示している。なお、下部AlGaAsSb層(第2の化合物半導体層)47とInAs層(トリミング層)48と上部AlGaAsSb層(第1の化合物半導体層)49は、図5(a), (b)におけるトリミング部23(23a, 23b)に対応している。上部AlGaAsSb層の表面酸化を防止するために、その上に、さらにGaAs層を形成すると品質的に好ましい。

40

【0041】

第2の化合物半導体層47は、トリミング用レーザー光が透過する、すなわち、吸収されない材料を選定することにより、トリミング層48のみでレーザー光が吸収されるので低パワーのレーザー光で効率的にトリミングすることができる。また、第2の化合物半導

50

体層 47 の材料としては、トリミング層 48 の材料と格子定数の近いものを選定することが好ましい。

【0042】

以下に具体例を用いて説明する。

GaAs 基板 26 上に、トリミング層 48 として直接 InAs 層を形成する場合、GaAs と InAs の格子定数が大きく異なるため、高品質な InAs 層とするためには 300 nm 以上を形成する必要がある。InAs 層全体をレーザートリミングして高抵抗化するには、高パワーのレーザー光が必要となる。それに対して、GaAs 基板 26 上に InAs と格子定数の近い AlGaAs Sb 層を形成してから、その上に InAs 層を形成することにより、薄くても高品質なトリミング層 (InAs 層) 48 を形成することができる。InAs 層の上下に格子定数の近い AlGaAs Sb 層を備えた構造において、高性能な磁気センサを作製するために、また、低パワーで保護層にダメージを与えることなくレーザートリミングするためには、InAs 層の厚さは 1 ~ 200 nm が好ましく、生産上は 30 ~ 100 nm がさらに好ましい。

10

【0043】

図 15 は、低パワーのレーザー光でも InAs 層全体が溶融・固化する様子を示す図である。GaAs 基板 26 上にトリミング層 48 を直接形成する場合と比較して、InAs 層を薄くすることができ、図 15 に示されるように、低パワーのレーザー光でも InAs 層全体が溶融・固化し、トリミング部の抵抗値を効率的に調整することができる。低パワーでレーザートリミングできると溶融・固化される面積を小さくし、トリミング部の長さを短くできるのでチップサイズを小さくすることが可能でありコスト的にも有利である。

20

【0044】

図 16 は、トリミング部カット率と定電圧駆動における磁気感度変化率との関係を示す図である。カット率 0 ~ 75 % の範囲における磁気感度調整幅 (定電圧駆動における磁気感度変化率) は、レーザー出力 0.07 μ J において 35 % であった。InAs 膜が厚い場合 (実施例 2) と比較して、磁気感度調整幅が広いことがわかる。言い換えると短いカット長で特性調整が可能である。したがって、トリミング層の上下に、トリミング用レーザー光を透過して、かつトリミング層と格子定数の近い化合物半導体層を備えた積層構造はトリミング部の構造として適している。

30

【0045】

図 17 は、トリミングカット率と抵抗変化率との関係を示す図である。カット率 0 ~ 75 % の範囲における抵抗調整幅 (抵抗変化率) はレーザー出力 0.07 μ J において 37 % であった。

【0046】

以下に、上述した図 14 に基づいて、本発明における MBE 法により形成される化合物半導体積層構造について説明する。この化合物半導体積層構造 47, 48, 49 は、先ず、GaAs 基板 26 上に順次、500 nm の下部 AlGaAs Sb 層 47 と、50 nm の InAs 層 48 と、50 nm の上部 AlGaAs Sb 層 49 と、さらにその上に AlGaAs Sb の酸化防止層として 10 nm の GaAs 層を形成する。その後、リソグラフィ、エッチングなどのプロセス技術を用いて、これら化合物半導体積層構造 47, 48, 49 を感磁部 21 及びトリミング部 23a, 23b とした図 5 (a), (b) に示される磁気センサを作製した。化合物半導体積層構造の構成材料の禁制帯幅は、AlGaAs Sb 層 47, 49 が 1.3 eV、InAs 層 48 が 0.36 eV、GaAs 層が 1.43 eV である。

40

【0047】

次に、この磁気センサに対するトリミング方法について説明する。

定電圧駆動における磁気感度を調整するため、ウェハ上の磁気センサに磁場を印加することができるよう電磁コイルを内蔵したウェハトリミング装置を用いた。トリミング用レーザーとしては、化合物半導体積層構造の GaAs 層及び AlGaAs Sb 層 47, 49 を透過し、かつ InAs 層 48 で吸収される波長 1064 nm (1.17 eV) の YAG

50

レーザーを用いた。定電圧駆動における磁気感度をモニタしながら、トリミング部 2 3 a , 2 3 b にレーザー光を照射して特性調整を行った結果を以下に説明する。

【0048】

レーザートリミング前の定電圧駆動における磁気感度（入力電圧 3 V、印加磁場 50 mT）が、ウェハ全面（素子数 50000 個）での平均が 120 mV、標準偏差が 5 mV であったのに対して、定電圧駆動における磁気感度が 105 mV となるようにレーザートリミングしたところ、平均が 105 mV、標準偏差が 0.4 mV となった。ウェハ面内のばらつきを < 3 / 平均 > で表すと、レーザートリミング前後で 12.5% から 1.1% へと 1 桁以上のばらつき改善であった。

【0049】

また、トリミング前の出力端子間の抵抗が、ウェハ全面（素子数 50000 個）で平均が 930、標準偏差が 26 であったのに対して、出力端子間の抵抗が 1100 になるようにトリミングしたところ、平均が 1100、標準偏差が 4.5 となった。ウェハ面内のばらつきを < 3 / 平均 > で表すと、トリミング前後で 8.4% から 1.2% へとばらつきが 7 分の 1 に低減した。

【0050】

以上説明したように、接続電極 24 を介して感磁部 21 に直列に接続されたトリミング部 23 a , 23 b を、ウェハプロービング（電氣的検査）を行いながら、レーザートリミングすることにより、定電圧駆動における磁気感度および出力端子間の抵抗の調整が可能となり、量産性に優れた特性ばらつきの小さい磁気センサを提供することができる。

【実施例 4】

【0051】

図 18 は、本発明の磁気センサにおける実施例 4 を示す構成図で、図 19 は図 18 の等価回路である。図中符号 31 は感磁部、32 はボンディング電極パッド、33（33 a , 33 b）はトリミング部、34 は接続電極を示している。感磁部 31 の入力端子にトリミング部 33 a を並列に接続することにより、定電流駆動における磁気感度が調整可能となる。この場合も、出力端子側にもトリミング部 33 b を、接続電極 34 を介して直列接続することで、出力抵抗を調整することができる。

【0052】

実施例 3 と同じ膜構造で図 18 のホール素子を作製した。定電流駆動における磁気感度をモニタしながら、トリミング部 33 にレーザー光を照射して特性調整を行った結果を以下に説明する。

【0053】

レーザートリミング前の定電流駆動における磁気感度（入力電流 5 mA、印加磁場 50 mT）が、ウェハ全面（素子数 50000 個）での平均が 145 mV、標準偏差が 7 mV であったのに対して、定電流駆動における磁気感度が 170 mV となるようにレーザートリミングしたところ、平均が 170 mV、標準偏差が 0.9 mV となった。ウェハ面内のばらつきを < 3 / 平均 > で表すと、レーザートリミング前後で 14.4% から 1.6% へと約 1 桁のばらつき改善であった。

【0054】

また、本実施例においても、実施例 3 と同様に出力端子側のトリミング部をレーザートリミングすることにより、入力端子側のトリミング部で調整できる磁気感度とは独立に出力抵抗ばらつきを低減できる。

【0055】

以上説明したように、感磁部 31 に並列に接続されたトリミング部 33 a を、ウェハプロービング（電氣的検査）を行いながら、レーザートリミングすることにより、定電流駆度の調整が可能となり、量産性に優れた特性バラツキの小さい磁気センサを提供することができる。

【符号の説明】

【0056】

10

20

30

40

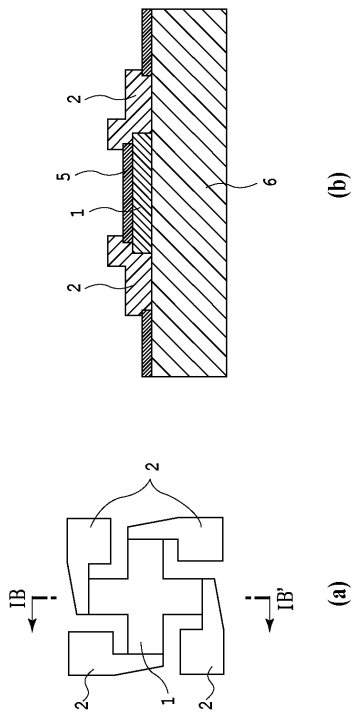
50

- 1 感磁部
- 1 a , 1 b 感磁部の入力端子
- 1 c , 1 d 感磁部の出力端子
- 2 ボンディング電極パッド
- 5 保護層
- 6 基板
- 1 1 a , 1 1 b 感磁部の入力端子
- 1 1 c , 1 1 d 感磁部の出力端子
- 2 1 , 3 1 感磁部
- 2 1 a , 2 1 b 感磁部の入力端子
- 2 1 c , 2 1 d 感磁部の出力端子
- 2 2 , 3 2 ボンディング電極パッド
- 2 3 a , 2 3 b , 3 3 a , 3 3 b トリミング部
- 2 4 , 3 4 接続電極
- 2 5 保護層
- 2 6 GaAs 基板
- 2 8 , 3 8 , 4 8 InAs 層 (トリミング層)
- 3 9 AlGaAs Sb 層 (第 1 の化合物半導体層)
- 4 7 下部 AlGaAs Sb 層 (第 2 の化合物半導体層)
- 4 9 上部 AlGaAs Sb 層 (第 1 の化合物半導体層)

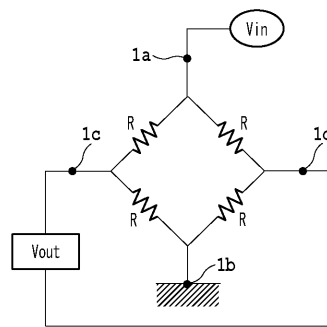
10

20

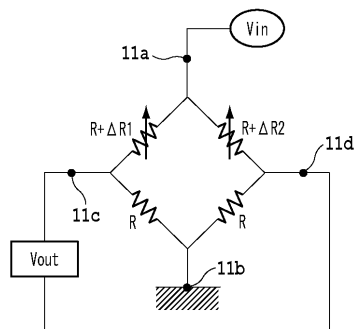
【 図 1 】



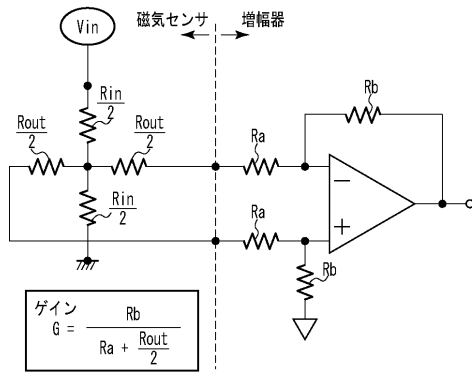
【 図 2 】



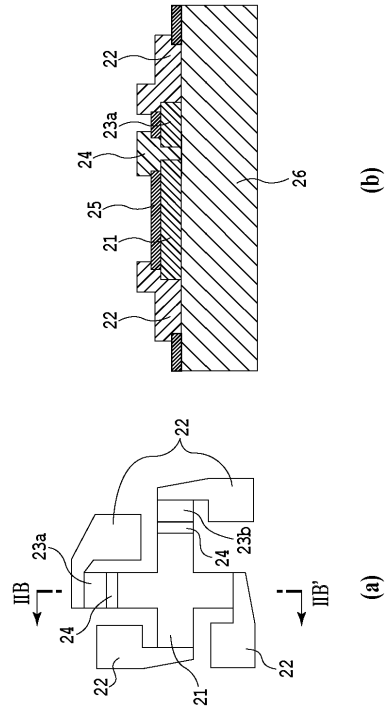
【 図 3 】



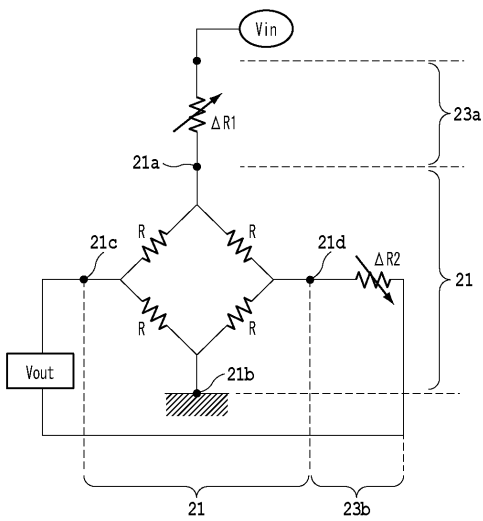
【 図 4 】



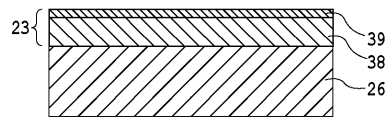
【 図 5 】



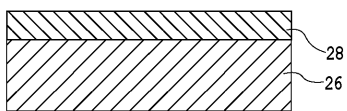
【 図 6 】



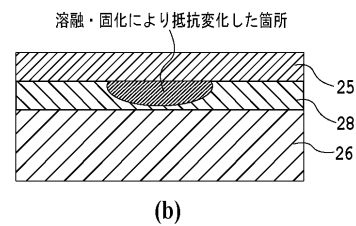
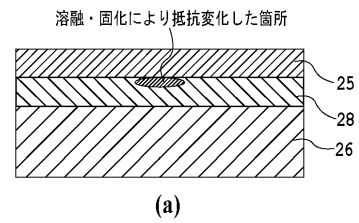
【 図 8 】



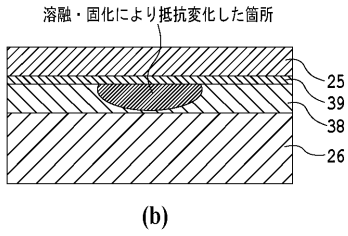
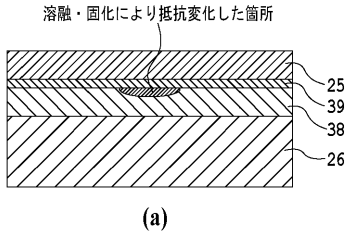
【 図 7 】



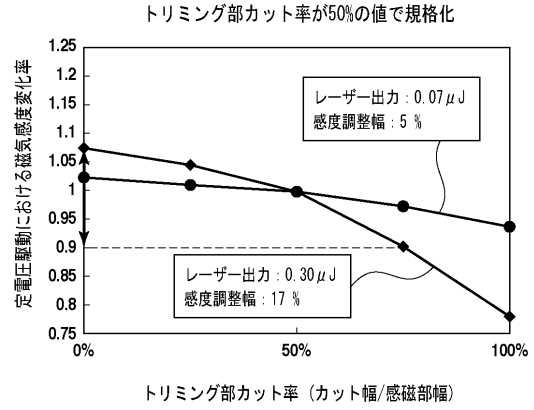
【 図 9 】



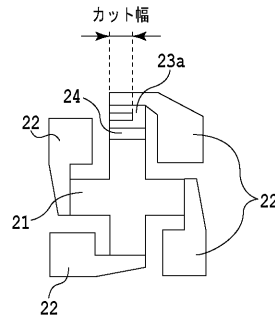
【 図 1 0 】



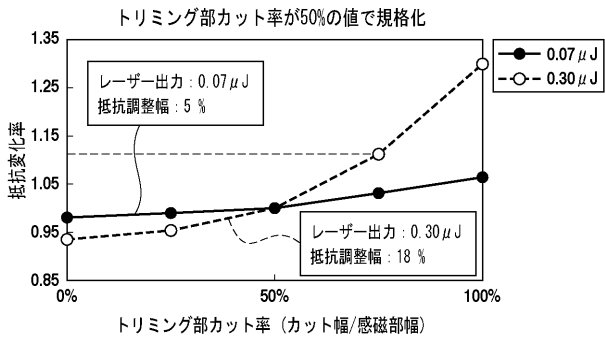
【 図 1 1 】



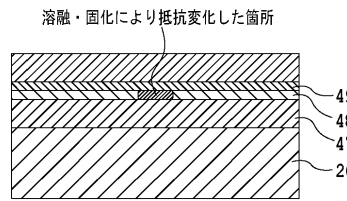
【 図 1 2 】



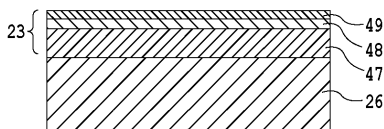
【 図 1 3 】



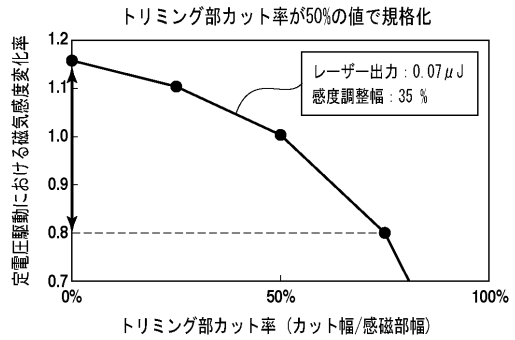
【 図 1 5 】



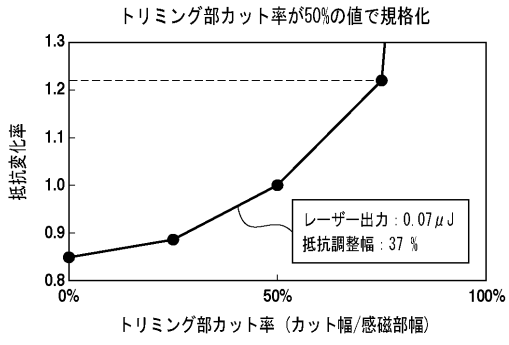
【 図 1 4 】



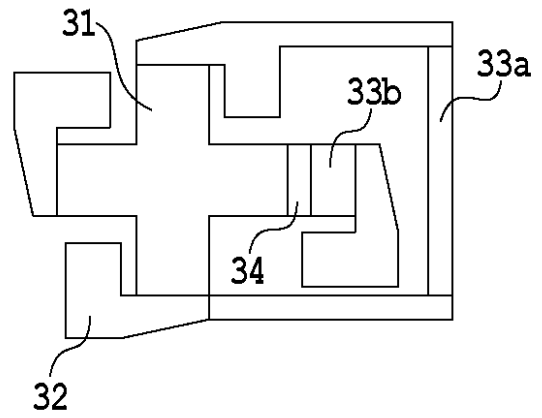
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

