

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号

特許第7203400号
(P7203400)

(45)発行日 令和5年1月13日(2023.1.13)

(24)登録日 令和5年1月4日(2023.1.4)

(51)Int. Cl. F I
G 0 1 R 33/02 (2006.01) G 0 1 R 33/02 B

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21)出願番号	特願2022-166551(P2022-166551)	(73)特許権者	713000630
(22)出願日	令和4年10月17日(2022.10.17)		マグネデザイン株式会社
審査請求日	令和4年10月26日(2022.10.26)		愛知県名古屋市中川区福江二丁目9番33号
早期審査対象出願		(72)発明者	工藤 一恵
			愛知県名古屋市中川区三ツ屋町1丁目27番地の1
		(72)発明者	田辺 淳一
			愛知県中川区松葉町1丁目20番地の1
			Aries202
		(72)発明者	本蔵 義信
			愛知県知多郡東浦町大字緒川字東仙台33番地の10

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 GSR素子の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁性ワイヤ、前記磁性ワイヤを周回する下部コイルと上部コイルよりなる10μm以下のコイルピッチを有する検出コイル、および電極からなるGSR素子を特定用途向け集積回路(以下、ASICという。)の基板上に直接製造する方法において、

(1)前記ASIC基板上にポジレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して前記樹脂被膜に前記磁性ワイヤを設置するための溝と複数のアライメントマーク用凹部を同時に形成し、キュア熱処理して硬化し、逆台形状の溝とアライメントマーク用凹部を形成した後、ネガレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して前記逆台形の溝部のみに樹脂被膜を残してキュア熱処理によって溝の底部にR形状を形成し、

(2)次に金属皮膜を成膜し、前記金属皮膜を前記アライメントマーク凹部の反射膜として使うことにより視認性の高いアライメントマークを形成し、

(3)前記アライメントマークと前記逆台形状の溝に被覆した前記金属皮膜を使って、前記逆台形状の溝面に沿って前記下部コイルを形成し、

(4)前記下部コイルを形成した逆台形状の溝に張力を付加したまま前記磁性ワイヤを配置して樹脂で仮固定し、その後キュア熱処理して固定し、

(5)前記ワイヤと電極配線を接合するためのワイヤ電極部にある前記ワイヤを被覆している絶縁性ガラスをCF₄RIEにより除去し、

(6)基板全面にポジレジスト系樹脂被膜を塗布し、露光、現像して前記溝と磁性ワイヤ部のみにポジレジスト系樹脂被膜を残し、キュア熱処理して段差部を滑らかにし、

(7) 前記上部コイルと電極を形成し、

(8) 前記磁性ワイヤと前記検出コイルと前記電極からなる前記GSR素子の集合体を個片化する

ことを特徴とするGSR素子の製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載されている工程(4)において、
前記下部コイルの上に前記磁性ワイヤに張力 $30 \sim 100 \text{ kg/mm}^2$ を負荷して配置し、前記磁性ワイヤを樹脂により前記溝内に埋設し、 $250 \sim 350$ の温度にて張力熱処理して前記磁性ワイヤを固定すると同時にGSR特性を改善することを特徴とするGSR素子の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁界検出素子と特定用途向け集積回路(以下、ASICという。)を直接接合するGSR素子の製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

高感度磁気センサには、ホールセンサ、GMRセンサ、TMRセンサ、高周波キャリアセンサ、FGセンサ、MIセンサ、GSRセンサなどがある。これらのセンサのうち、ホールセンサ、GMRセンサ、TMRセンサ、キャリアセンサは素子とASICが一体化されて小型化、薄型化は実現されているが、検出感度の改善が課題となっている。

一方、FGセンサ、MIセンサ、GSRセンサは高い感度を有するが、素子とASICが別々に配置されてワイヤボンディングで接合されており、センサの薄型化・小型化が課題となっている。

30

【0003】

この課題を解決するために、本発明者らは、GSR素子をASIC表面の上に直接形成してASICとペアホールで接合する技術開発に取り組んだ結果、センサの小型化、薄型化を実現した(特許文献1)。

特許文献1にて、ASIC面上に絶縁性レジストを塗布し、そこに磁性ワイヤを配置する溝を形成し、磁性ワイヤと磁性ワイヤを周回する検出コイルおよび電極からなるGSR素子をASIC面上に一体形成した薄型高感度磁気センサが開示されている。

しかし、その製造方法についてその技術の詳細な公開されていない。さらにその製造技術に関しては現在に至るまで改良が続けられている。

【0004】

一方、センサの高感度化のためには、微細ピッチコイルを形成してコイルの巻き数を増やす必要がある。しかし、コイルピッチを微細化するほど、ASIC基板(以下、基板という。)の位置とマスクの位置をさらに精度よく合わせることが求められる。その精度を実現するためには、基板上に視認性の高いアライメントマークを精度高く形成する必要がある。

40

【0005】

一般的には、アライメントマークは平坦な部分に作られた SiO_2 膜に形成するために、視認性に問題はなかった。またアライメントマークの形成方法は、特許文献2、特許文献3および特許文献4などに開示されているが、いずれも感光性樹脂の上にアライメントマークを形成するものではない。感光性樹脂上に視認性の高いアライメントマークを形成す

る技術の検討も課題の一つである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2019-191016号公報

【特許文献2】特開2006-229132号公報

【特許文献3】特開2009-004793号公報

【特許文献4】特許第2016776号公報

【特許文献5】特許第5747294号公報

【特許文献6】特許第6438616号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

Si基板上にGSR素子を形成する場合には、Si基板を加工して直接溝を形成する。Si基板に通常100nm程度の熱酸化膜が形成されている。まず、最初にこの熱酸化膜を削除するため、レジストを基板全体に塗布、ライン状のマスクを用いて露光、現像し、RIE(Reactive Ion Etching)で熱酸化膜を削除し、Si面を露出させる。

【0008】

次に、アルカリ系のエッチング液(例えば水酸化カリウム溶液)に浸漬する。Si基板はその方位によりエッチング速度が異なるため、結晶方位<100>のSi基板を用いることで、異方性エッチングにより図1に示すような逆台形状の溝13を作ることができる。GSR素子では、逆台形型の溝に磁性ワイヤを挿置し、溝に沿って下コイルを形成し、ワイヤ上面に上コイルを形成して、両者を連結してコイルを形成する。逆台形型の溝を活用してコイルを形成することによって、コイルをワイヤの極近傍に形成することができる。

20

【0009】

しかし、ASIC基板上にGSR素子を一体化形成する際には、ASIC基板面上には回路配線が存在するのでASIC基板上に溝を加工することはできない。

そこで、ASIC基板21上にSiO₂などの絶縁膜23を成膜し、RIE(Reactive Ion Etching)で溝24を作製したが、その形状は図2に示すように直方体形状となってしまう、逆台形状の溝を形成できないことが分かった。

30

【0010】

また、一般的に構造物として残す感光性樹脂としてはエポキシ系のネガタイプのレジスト(以下、ネガレジストという。)が知られている。ネガレジストの特徴はパターンング後のエッジ形状が急峻であり、図3に示すように、構造物として残すためのキュア熱処理後も直方体形状の溝34となって形状変化が起こらない。

したがって、ネガレジストを用いて逆台形状の溝形状を作製するのは困難である。

【0011】

一方、センサの高感度化には、コイルピッチを10μm以下へと微細化しコイルの巻き数を増やす必要がある。しかし、コイルピッチを微細化するほど、ASIC基板(以下、基板という。)の位置と複数個のマスクの位置をさらに精度よく合わせることが求められる。その精度を実現するためには、前記溝形成時に同時に視認性の高いアライメントマークを形成することで、合わせ精度の向上が期待できる。

40

【0012】

本発明は、フォトリソグラフィーによる磁界検出素子と特定用途向け集積回路(以下、ASICという。)を直接接合するプロセスにおいて、ASIC基板上の感光性樹脂の被膜を形成し、そこに磁性ワイヤを配置する逆台形状の溝とコントラスト性が高い、すなわち視認性に優れたアライメントマークを同時に形成し、GSR素子をASIC基板上に直接形成し、GSR素子とASICをベア接合して一体化する方法を開発するものである。

50

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者らは、樹脂膜に逆台形状の溝を形成するために、ポジレジスト系の感光性樹脂の特性に着目した。樹脂構造物を製作する場合、キュア処理後に形状が変化しないネガレジスト系の感光性樹脂が一般的に使われているが、これだと逆台形状の溝は形成できない。そこで、ポジレジスト系樹脂で研究をすることにした。

ポジレジスト系の感光性樹脂をASIC基板全体に塗布後、マスク材を通して露光、現像後に得られる直方体形状の溝414を、多数個基板全面に形成し、キュア熱処理することで、図4に示すように逆台形状の溝424に変化できることを見出した。

さらに、溝とアライメントマーク部を感光性樹脂の被膜上に同時に形成することにした。このキュア処理したポジレジスト系の感光性樹脂は、形状がやや変化するが、耐薬品性も良好であり、構造物として利用できることを確認した。

10

【0014】

すなわち、ASIC基板全面にポジレジスト系の樹脂被膜を塗布し、マスク材を通して露光した後に現像することで、溝とアライメントマーク用凹部を同時に形成する。この時、溝の形状は直方体形状である。また、この時、ASIC基板の電極部が開口するパターンも同時に露光、現像することで、電極部上の樹脂被膜を除去しておく。

次に、キュア熱処理を行う。キュア熱処理をすると、熱処理時に発生する応力で、溝は直方体形状から逆台形状へと変化する。これがSiO₂被膜やネガレジスト系の樹脂被膜に代えて、ポジレジスト系樹脂被膜を採用した効果である。欠点は、アライメントマーク凹部の形状も逆台形状となってしまう、マークの視認性が低下する。この問題はアライメントマーク部以外をレジストで保護し前記逆台形状となったアライメントマーク部自体をマスクとして、RIE加工し、ASIC表面のSiO₂を掘りこむことで、掘りこんだアライメントマークのエッジを急峻化させることで、解決できることを見いだした。

20

【0015】

次に、ネガレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して溝部のみに樹脂被膜を残してキュア熱処理によって溝の底部にR形状を形成する。

そして、逆台形状の溝とアライメントマーク凹部を形成したASIC基板全面に金属膜を成膜する。これにより、アライメントマーク用凹部が金属膜で覆われ、この膜が反射膜として機能するため、さらにアライメントマークの視認性を向上させることができることが分かった。そして、この金属膜は逆台形状の溝に沿って成膜されており、ここにレジスト塗布し、アライメントマークを使用して露光、現像することで、逆台形状の溝に沿って下部コイルのパターンを形成することができる。メッキ後、レジスト除去し、コイル部及び電極部以外の金属膜をウェットすることで溝部には、厚さ0.2~1.0μmの下部コイルが形成される。溝部の底部にはR部が形成されており、線幅0.5~2μmの微細配線でも下部コイルは断線することなく形成できる。

30

【0016】

次に、下部コイルが形成された溝に、張力50~100kg/mm²の張力を負荷して磁性ワイヤを配置する。この時、磁性ワイヤはその張力を維持するため、接着剤、テープ等で治具に固定される。その後、ネガレジスト系樹脂被膜を塗布し、磁性ワイヤの仮固定のため、90度の熱処理を行う。そして、露光、ベーク、現像、キュア熱処理をすることで磁性ワイヤを溝内部に固定するとともに、ワイヤは張力を維持したまま熱処理されるため、GSR特性が改善できる。ここで、キュア熱処理の温度は250~350である。

40

【0017】

溝内部に固定された磁性ワイヤにワイヤ端子(磁性ワイヤの両端部)を設けるために磁性ワイヤを被覆している絶縁性ガラスの一部をCF₄RIEで除去する。

【0018】

次に、磁性ワイヤの上部にポジレジスト系樹脂被膜を塗布し、キュア熱処理を行う。これにより、溝と磁性ワイヤとの段差を解消することができる。

【0019】

50

そして、金属膜を成膜、レジスト塗布し、露光・現像して、ワイヤの上に沿って上部コイルを形成する。この時、前記アライメントマークを用いることで合わせ精度が向上し、微細なコイルピッチにおいても下部コイルとのずれなく上部コイルが形成できる。
メッキ後、レジスト除去し、コイル部及び電極部以外の金属膜をウェットすることで溝部には、厚さ $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の上部コイルが形成される。

【0020】

なお、基板上の逆台形状の溝に磁性ワイヤを整列して素子を形成する技術については、本発明者らにより特許文献5（特許第5747294号公報）、特許文献6（特許第6438616号公報）をはじめとして国際学会などの発表を通じて開示しており、また基板上に素子を形成する技術に関しては愛知製鋼（株）により特許公報で開示されて周知技術になっている。

10

そこで、開示技術や周知技術に関しては本発明では記載を簡素化している。

【0021】

このようにASIC基板上のポジレジスト系樹脂被膜に逆台形状の溝と複数個のアライメントマークを同時に形成することで、複数個のマスクの合わせ精度が向上でき、 $1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の微細なコイルピッチの形成が可能となる。

【発明の効果】

【0022】

本発明により、ASIC基板にダメージを与えることなく、磁性ワイヤを配置するための逆台形状の溝と視認性の高いアライメントマークを感光性樹脂被膜上に同時に形成することが可能となり、ASIC基板上に $5 \mu\text{m}$ 以下、さらに $3 \mu\text{m}$ 以下の微細なコイルピッチを有するGSR素子を一体化形成することが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】Si基板上に形成した逆台形状の溝を示す図である。

【図2】ASIC基板に被覆したSiO₂膜に形成した直方体形状の溝を示す図である。

【図3】ASIC基板に被覆したネガタイプのレジストを用いて、フォトリソし、キュア熱処理して形成された直方体形状の溝を示す図である。

【図4】ASIC基板に被覆したポジタイプのレジストを用いて、(a)フォトリソ処理後の直方体形状の溝、(b)その溝をキュア処理して形成された逆台形状の溝を示す図である。

30

【図5】本発明の製造方法による製造されたGSR素子の断面図である。

【図6】本発明のASIC基板上の溝形成部とアライメントマーク形成部(a)平面図、(b)A1-A2線の断面図である。

【図7】本発明のASIC基板上のポジタイプのレジストを用いた溝形成部とアライメントマーク形成部の形成フロー図(断面図)で、フォトリソ処理後の直方体形状の溝である。

【図8】本発明のASIC基板上のポジタイプのレジストを用いた溝形成部とアライメントマーク形成部の形成フロー図(断面図)で、キュア処理して形成された逆台形状の溝である。

40

【図9】本発明の溝形成部に形成した下部コイルとアライメント部に金属皮膜を成膜したアライメントマークと反射膜の断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

GSR素子の製造方法は、

磁性ワイヤ、前記磁性ワイヤを周回する下部コイルと上部コイルよりなる $10 \mu\text{m}$ 以下のコイルピッチを有する検出コイル、および電極からなるGSR素子を特定用途向け集積回路(以下、ASICという。)の基板上に直接製造する方法において、

(1)前記ASIC基板上にポジレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して前記樹

50

脂被膜に前記磁性ワイヤを設置するための溝と複数のアライメントマーク用凹部を同時に形成し、キュア熱処理して硬化し、逆台形状の溝とアライメントマーク用凹部を形成した後、ネガレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して前記逆台形の溝部のみに樹脂被膜を残してキュア熱処理によって溝の底部にR形状を形成し、

(2) 次に金属皮膜を成膜し、前記金属皮膜を前記アライメントマーク凹部の反射膜として使うことにより視認性の高いアライメントマークを形成し、

(3) 前記アライメントマークと前記逆台形状の溝に被覆した前記金属皮膜を使って、前記逆台形状の溝面に沿って前記下部コイルを形成し、

(4) 前記下部コイルを形成した逆台形状の溝に張力を付加したまま前記磁性ワイヤを配置して樹脂で仮固定し、その後キュア熱処理して固定し、

(5) 前記ワイヤと電極配線を接合するためのワイヤ電極部にある前記ワイヤを被覆している絶縁性ガラスをCF₄RIEにより除去し、

(6) 基板全面にポジレジスト系樹脂被膜を塗布し、露光、現像して前記溝と磁性ワイヤ部のみにポジレジスト系樹脂被膜を残し、キュア熱処理して段差部を滑らかにし、

(7) 前記上部コイルと電極を形成し、

(8) 前記磁性ワイヤと前記検出コイルと前記電極からなる前記GSR素子の集合体を個片化する

ことを特徴とする。

【0025】

また、上記工程(4)において、

前記下部コイルの上に前記磁性ワイヤに張力30～100kg/mm²を負荷して配置し、前記磁性ワイヤを樹脂により前記溝内に埋設し、250～350の温度にて張力熱処理して前記磁性ワイヤを固定すると同時にGSR特性を改善することを特徴とする。

【0026】

本発明により製造されるGSR素子の構造の断面図を図5に示す。

本発明のGSR素子5は、ASIC基板51、ASIC基板51の上のSiO₂保護被膜52、SiO₂保護被膜52の上に被覆されたポジレジスト53、ポジレジスト53に形成された逆台形状の溝54、溝底部に配置され、底部のR形状を形成する樹脂被膜50、逆台形状の溝54の面およびポジレジスト53の上面の一部に形成された下部コイル55、下部コイルの上に配置された磁性ワイヤ56、磁性ワイヤを固定する樹脂被膜58、磁性ワイヤ56と溝54の段差を解消するためのポジレジスト系の樹脂被膜59、樹脂被膜59の上に形成され、下部コイル55と接続する上部コイル57とから構成されている。

なお、磁性ワイヤ56は下部コイル55と上部コイル57とからなる検出コイルによって周回されており、検出コイルと磁性ワイヤの間隙は絶縁性樹脂58、59により埋められている。

【0027】

以下、GSR素子の製造方法を詳細に説明する。

はじめに、図6により、本発明のプロセスの中間工程生成体であるGSR素子形成用基板60について説明する。(a)は平面図を示し、(b)は(a)のA1-A2線における断面図である。

なお、GSR素子の製造においては、1枚のASIC基板上に複数個のGSR素子を形成する。また、フォトリソ工程は複数回あるので、アライメントマークは複数個からなる。この図6は、1個のGSR素子のみを示して説明する。

【0028】

ASIC基板61の上のGSR素子を形成するための逆台形状の溝64Gよりなる溝形成部6Gおよびアライメントマーク凹部64Aよりなるアライメントマーク部6AからなるGSR素子形成用基板60の中間工程生成体が形成されている。

溝形成部6Gは、ポジレジスト63Gと逆台形状の溝64Gよりなる。アライメントマーク部6Aは、複数個の+マークのアライメント6aにて、その断面がポジレジスト63A

とアライメントマーク凹部 6 4 A よりなる。

【 0 0 2 9 】

次に、プロセスを図 7 (a) ~ (b) のフロー図を用いて説明する。

ア) 図 7 (a) に示すように、A S I C 基板上にポジレジスト系の樹脂被膜 (以下、ポジレジストという。) を厚さ 3 ~ 1 0 μm で塗布し、マスク材を通して露光、現像して樹脂被膜上に直径 5 ~ 2 0 μm の磁性ワイヤを配置するための深さ 3 ~ 1 0 μm の溝 7 4 G a と深さ 3 ~ 1 0 μm のアライメントマーク凹部 7 4 A a を同時に形成し、直方体形状の溝 7 4 G a とアライメントマーク凹部 7 4 A a を形成する。

【 0 0 3 0 】

ポジレジスト 7 3 G a の厚さ 3 ~ 1 0 μm は、溝 7 4 G a の深さ 3 ~ 1 0 μm に相当し、溝深さは磁性ワイヤを溝内に安定して配置するためには磁性ワイヤの直径の半分以上必要であり、磁性ワイヤの直径と同等の樹脂被膜の厚さ以下が好ましい。磁性ワイヤの直径は 5 μm ~ 2 0 μm であることを考慮すると、好ましい範囲は 3 μm ~ 1 0 μm である。溝深さが磁性ワイヤの直径より厚い場合、上部コイル形成が困難となるためである。

10

【 0 0 3 1 】

このプロセスにより、溝形成部 7 G a とアライメントマーク部 7 A a からなる中間工程生成体 1 の 7 a が形成される。

溝形成部 7 G a は、ポジレジスト 7 3 G a と直方体形状の溝 7 3 G a よりなる。アライメントマーク部 7 A a は、ポジレジスト 7 3 A a と細長い直方体形状の凹部 7 4 A a よりなる。

20

【 0 0 3 2 】

イ) 図 7 (b) に示すように、中間工程生成体 1 をキュア熱処理し、中間工程生成体 2 を形成する。

キュア熱処理の温度は、2 5 0 ~ 3 5 0 で行う。2 5 0 以下では、硬化が不十分で、後工程で形状が変化する懸念があり、3 5 0 を超えると A S I C 回路に不具合が生じる懸念がある。

なお、キュア熱処理による収縮・変形を考慮すると上述のポジレジストの厚さは溝深さと同じが少し厚めの 3 μm ~ 1 5 μm 程度が好ましい。

【 0 0 3 3 】

このプロセスにより、溝形成部 7 G b とアライメントマーク部 7 A b からなる中間工程生成体 2 の 7 b が形成される。

30

溝形成部 7 G b は、キュア処理により硬化したポジレジスト 7 3 G b と、キュア処理時に発生する応力により直方体形状から変化した逆台形状 7 4 G b よりなる。

アライメントマーク部 7 A b は、キュア熱処理により硬化したポジレジスト 7 3 A b と、逆台形状の凹部 7 4 A b よりなる。

【 0 0 3 4 】

ウ) ここで、アライメントマーク凹部が逆台形状になることで、マークの視認性が低下する懸念がある。そこで、中間工程生成体 2 の樹脂を全面塗布した後、マスク露光・現像して、アライメント部以外を樹脂で保護し、アライメントマーク部のポジレジスト 7 3 A c をマスクにして、R I E 加工をして、アライメントマークの底部に存在する S i O 2 膜を掘りこむことで、掘りこんだエッジを急峻にした中間工程生成体 3 を形成する。その後、アライメントマーク部以外を保護していた樹脂を除去する。

40

【 0 0 3 5 】

このプロセスにより、溝形成部 7 G c とアライメントマーク部 7 A c からなる中間工程生成体 3 の 7 c が形成される。

溝形成部 7 G c は、中間工程生成体 2 の溝形成部 7 G b と同一である。

アライメントマーク部 7 A c は、低くなったポジレジスト 7 3 A c と、S i O 2 膜 7 2 の一部に急峻なエッジを形成した、逆台形状の凹部 7 4 A c よりなる。

【 0 0 3 6 】

エ) 次に、ネガレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して溝部のみに樹脂被膜を残

50

してキュア熱処理によって溝の底部にR形状を形成し、中間工程生成体3の全面に金属膜を成膜して中間工程生成体4を形成する。

溝形成部に成膜された金属膜は、下部コイル用に形成される。金属膜の厚みは0.2~1μm程度で、下部コイルの所定の厚みに対応して決められる。この時アライメントマーク部にも金属膜が形成されるので、アライメント用凹部の反射膜として活用し、視認性の高い複数個のアライメントマークを形成する。

【0037】

オ) 図8に示すように、金属膜が成膜されている溝形成部とアライメントマーク形成部からなる中間工程生成体4を用いて、GSR素子の下部コイルを形成する。

アライメントマーク8Aと反射膜8Bを用いて、樹脂の塗布、露光、現像、メッキ、エッチング工程を経て、コイルを形成する樹脂を除去すると、逆台形状の溝84の溝面に沿って下部コイル85を形成する。

【0038】

カ) 次に、下部コイル55(75)の上部に磁性ワイヤ56を配置し、溝54内に絶縁性樹脂で固定した後、再びアライメントマークを使って上部コイル57を形成して、GSR素子を製造する。

アライメントマークと複数個のマスキの位置合わせ精度は1μm以下好ましくは0.5μm以下とする。

【0039】

また、下部コイル55の上部に磁性ワイヤ56を配置するにあたって、磁性ワイヤに張力30~100kg/mm²を負荷して配置し、磁性ワイヤを樹脂により溝内に埋設し、さらに250~350の温度にてキュア熱処理して磁性ワイヤを固定してもよい。磁性ワイヤ56にこのような張力熱処理を施すことによってGSR特性の改善など磁気特性の向上が可能となる。ここで、GSR特性とは、出力の磁界依存性において、正弦関数関係を示すこと、ヒステリシス特性を示さないことである。

【0040】

つまり、本発明は、ASIC基板上の樹脂被膜に磁性ワイヤを周回する10μm以下のコイルピッチよりなるGSR素子をASIC基板に直接製造する方法である。

本発明によりASIC基板上に直接製造したGSR素子の概略図を図5に示している。

なお、本発明は、ASIC基板上に磁性ワイヤ、磁性ワイヤを周回するコイル、および電極配線からなる素子を直接製造するという汎用的な方法であることから、GSR素子の製造方法に限定されるものではない。

【実施例】

【0041】

ASIC基板上の樹脂被膜に溝とアライメントマークを同時に形成するプロセスフローを説明する。

工程(a)：

まず、ASIC基板上に溝とアライメントマークを形成するため、ポジレジスト系樹脂被膜を膜厚10μm塗布する。その後、溝と複数のアライメントマークのパターンが配置されたマスク材を用いて露光、現像を行って、図4(a)の中間工程生成体1を形成する。また、マスクには、ASIC基板の電極部も開口するようなパターンも配置されている。この時、溝の形状は直方体形状である。

【0042】

工程(b)：

次に280、1時間のキュア熱処理を行い、樹脂被膜を硬化させて図4(b)の中間工程生成体2を形成する。キュア処理後、溝は、キュア処理時に発生する応力で、図4(b)に示すように直方体形状から逆台形状となる。

この時、溝深さは7μmである。

【0043】

工程(c)：

10

20

30

40

50

ここで、アライメントマークの形状を急峻化するために、樹脂を全面塗布した後、マスク露光・現像して、アライメント部以外をレジストで保護する。

【 0 0 4 4 】

工程 (d) :

工程 (a) で形成したアライメント凹部自身をマスクして O₂ R I E を行い、次いでレジストを剥離して図 4 (c) の中間工程生成体 3 に示すようにアライメントマークの形状を急峻にする。

【 0 0 4 5 】

工程 (e) :

ネガレジスト系の樹脂被膜を塗布し、露光、現像して溝部のみに樹脂被膜を残してキュア熱処理によって溝の底部に R 形状を形成した後、中間工程生成体 3 の全面に金属膜を 0 . 2 μ m 成膜する。

10

【 0 0 4 6 】

工程 (f) :

金属膜を成膜した A S I C 基板の全体に樹脂を塗布し、溝部には下部コイルを形成するためのパターンを配置し、アライメントパターンを使って、露光現像を行う。この時、マスクにはアライメント部には保護するためのパターンが配置されている。

【 0 0 4 7 】

工程 (g) :

メッキ、樹脂被膜除去、下部コイル部以外の金属膜のエッチング工程を経て、溝形成部の金属膜は下部コイル 5 5 を形成する。アライメントマーク部の金属膜 8 B は反射膜として機能する。この状態を図 8 に示す。

20

【 0 0 4 8 】

工程 (h) :

溝 5 4 にガラスで被覆された磁性ワイヤ 5 6 を張力 3 0 ~ 1 0 0 k g / m m 2 を負荷して配置し、ワイヤは張力を維持したまま接着剤やテープで治具に仮止めする。その後、ネガレジスト系樹脂を塗布し、90° でワイヤを溝に仮固定し、露光、ベーク、現像後、280° で 1 時間キュア熱処理をして、溝内に固定する。この時、磁性ワイヤは張力を維持したまま熱処理されており、G S R 特性が改善できる。

【 0 0 4 9 】

30

工程 (i) :

複数の工程(略)を経て、磁性 5 6 を周回するコイルの上部側を形成するため、A S I C 基板の全体に金属膜を 0 . 2 μ m 成膜する。

【 0 0 5 0 】

工程 (j) :

さらに、A S I C 基板の全体に樹脂を塗布し、溝部にコイルとワイヤ導通部の引出し線を形成するためのパターンを配置したマスクを用いて露光、現像を行い、上部コイル 5 7 を作る。露光時に、アライメントマーク 8 A を使うことで、下部コイル 5 5 との位置合わせは何の問題もなくできる。

【 0 0 5 1 】

40

工程 (k) :

メッキ、樹脂被膜除去、上部コイル部以外の金属膜のエッチング工程を経て、溝形成部の金属膜は上部コイル 5 7 として機能する。

【 0 0 5 2 】

以上のプロセスで、逆台形状の下部コイル形成用の溝とアライメントマーク凹部を樹脂被膜に同時に形成し、かつ樹脂被膜上に視認性の高いアライメントマークを形成できることから、A S I C 基板の上に微細ピッチコイルを有した G S R 素子を一体化形成することが可能となる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 3 】

50

本発明は、GSR素子とASICを一体化してGSRセンサの超薄型化、超小型化を実現するもので、生体内のモーションデバイスのように超小型で高性能を要求される用途での使用が期待される。

また、自動車用あるいはウェアラブルコンピュータ用などの小型、高性能のGSRセンサに応用可能である。

【符号の説明】

【0054】

- 1 : Si基板の溝形成体
 11 : Si < 100 > 基板、12 : 熱酸化膜、13 : 逆台形状の溝
 2 : SiO₂絶縁膜の溝形成体 10
 21 : ASIC基板、22 : 保護被膜 (SiO₂)、23 : SiO₂絶縁膜、24 : 直方体形状の溝
 3 : ネガレジストの溝形成体
 31 : ASIC基板、32 : 保護被膜 (SiO₂)、33 : ネガレジスト
 4 : 直方体形状の溝
 41 : ポジレジストの溝形成体 (フォトリソ後)
 411 : ASIC基板、412 : 保護被膜 (SiO₂)、413 : ポジレジスト、414 : 直方体形状の溝
 4 : 直方体形状の溝
 42 : ポジレジストの溝形成体 (キュア処理後) 20
 421 : ASIC基板、422 : 保護被膜 (SiO₂)、423 : ポジレジスト、424 : 逆台形状の溝
 5 : GSR素子
 50 : 逆台形状溝の底部のR形状、51 : ASIC基板、52 : 保護被膜 (SiO₂)、53 : ポジレジスト、54 : 逆台形状の溝、55 : 下部コイル、56 : 磁性ワイヤ、57 : 上部コイル、58 : 磁性ワイヤを溝内に固定するネガレジスト系樹脂被膜、59 : 溝とワイヤの段差を解消するためのポジレジスト系樹脂被膜
 60 : GSR素子形成用基板 (中間工程生成体)
 61 : ASIC基板、62 : 保護被膜 (SiO₂)、63 : ポジレジスト、6G : 溝形成部、63G : ポジレジスト、64G : 逆台形状の溝、 30
 6A : アライメント形成部、6a : アライメントマーク (+マーク)、63A : ポジレジスト、64A : 逆台形状の凹部
 7a : 中間形成体1
 71 : ASIC基板、72 : 保護被膜 (SiO₂)、73a : ポジレジスト、7Ga : 溝形成部、73Ga : ポジレジスト、74Ga : 直方体形状の溝、7Aa : 溝形成部、73Aa : ポジレジスト、74Aa : 直方体形状の凹部
 7b : 中間形成体2
 71 : ASIC基板、72 : 保護被膜 (SiO₂)、73b : ポジレジスト、7Gb : 溝形成部、73Gb : ポジレジスト、74Gb : 逆台形状の溝、7Ab : 溝形成部、73Ab : ポジレジスト、74Ab : 直方体形状の凹部 40
 7c : 中間形成体3
 71 : ASIC基板、72 : 保護被膜 (SiO₂)、73c : ポジレジスト、7Gc : 溝形成部、73Gc : ポジレジスト、74Gc : 逆台形状の溝、7Ac : 溝形成部、73Ac : ポジレジスト、74Ac : 逆台形状の凹部
 8 : 下部コイル形成体
 81 : ASIC基板、82 : 保護被膜 (SiO₂)、83 : ポジレジスト、84 : 逆台形状の溝、85 : 下部コイル、86 : 磁性ワイヤを溝内に固定するネガレジスト系樹脂被膜
 8A : アライメントマーク、8B : 反射膜

【要約】

10

【課題】

集積回路基板(A S I C)上にG S R素子を直接形成する際に、逆台形状溝の形成が必須であり、加えて高感度化に必要な $3\ \mu\text{m}$ 以下の微細コイル形成には視認性の高いアライメントマークを溝と同時に形成する必要がある。

【解決手段】

ポジレジスト系の感光性樹脂をA S I C基板全体に塗布、露光、現像後にキュア熱処理することにより逆台形状の溝を可能とし、溝とアライメントマーク部を感光性樹脂被膜上に同時に形成する。さらに、金属膜を成膜し、視認性の高い複数個のアライメントマークと下部コイルを形成することで合わせ精度の向上が可能となる。

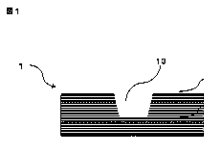
【選択図】 図 6

20

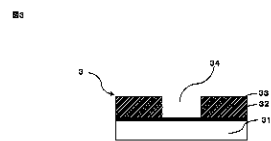
30

40

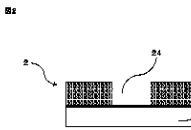
【図1】



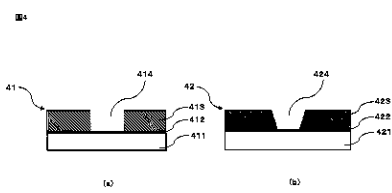
【図3】



【図2】

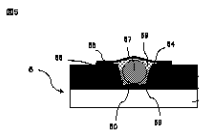


【図4】

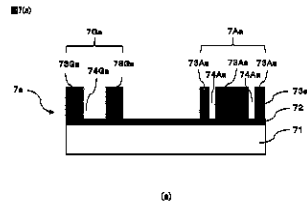


10

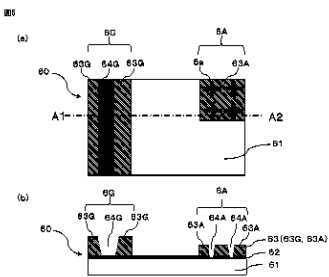
【図5】



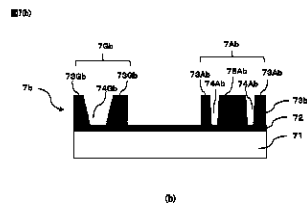
【図7】



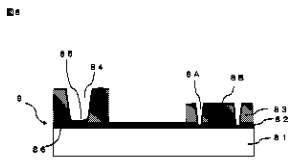
【図6】



【図8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 本蔵 晋平

愛知県知多郡東浦町大字緒川字東仙台33番地の10

(72)発明者 菊池 永喜

愛知県東海市荒尾町寿鎌109番地

審査官 島 崎 純一

(56)参考文献 特許第6302613(JP, B1)

特開2004-258038(JP, A)

国際公開第2018/225454(WO, A1)

特開昭52-46787(JP, A)

米国特許出願公開第2006/0164757(US, A1)

中国特許出願公開第109358301(CN, A)

特開2003-272118(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 33/02

H01L 43/00