



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 019 482 A1** 2007.10.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 019 482.9**

(22) Anmeldetag: **26.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 51/05** (2006.01)

H01L 43/08 (2006.01)

G01R 15/20 (2006.01)

G01R 33/09 (2006.01)

G01D 5/16 (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Pätzold, Ralph, Dr., 91154 Roth, DE; Rieger, Gotthard, Dr., 91058 Erlangen, DE; Rührig, Manfred, Dr., 90542 Eckental, DE; Sarfert, Wiebke, 91074 Herzogenaurach, DE; Schmid, Günter, Dr., 91334 Hemhofen, DE; Wecker, Joachim, Dr., 91341 Röttenbach, DE; Weiß, Roland, Dr., 91058 Erlangen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

WO 2006/0 44 715 A2

Mermer,Ö. et al.: "Large magnetoresistance in nonmagnetic π -cojugated semiconductor thin film devices". In: Phys. Rev. B 72, 205202 (2005);

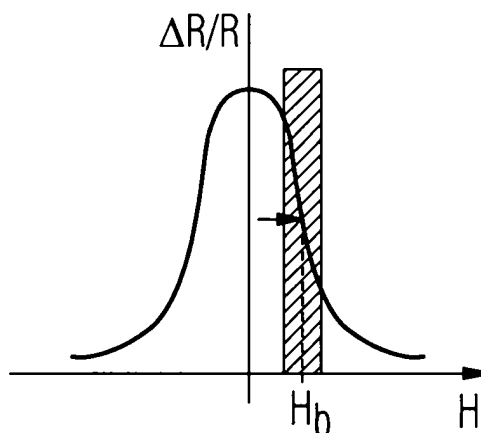
Mermer,Ö. et al.: "Large magnetoresistance at room temperature in organic semiconductor devices". In: IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 41, No. 10, Oct. 2005, pp. 3682-3684;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Anordnung mit magnetoresistivem Effekt sowie Verwendungen davon**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit magnetoresistivem Effekt, insbesondere eine mit zumindest einem elektronischen Dünnschichtbauteil. Diese werden als Sensoren zur Positions- und Strommessung oder zur Messung magnetischer Felder (Kompass) auf Basis magnetischer Schichtstrukturen (AMR/GMR/TMR) oder als Hallensoren eingesetzt. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, Sensoren, die organische Materialien vorzugsweise in Form von Schichten benutzen, einzusetzen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit magnetoresistivem Effekt, insbesondere eine mit zumindest einem elektronischen Dünnschichtbauteil. Diese werden beispielsweise als Sensoren zur Positions- und Strommessung oder zur Messung magnetischer Felder (Kompass) auf Basis magnetischer Schichtstrukturen (AMR/GMR/TMR) oder als Hall-sensoren eingesetzt.

[0002] Bekannt sind Dünnschichtfolgen mit magnetoresistivem Effekt deren Empfindlichkeit gegenüber dem bei einschichtigen Systemen auftretenden klassischen „AMR“ Effekt deutlich, insbesondere um mindestens eine Größenordnung erhöht ist. Hauptvertreter sind der so genannte GMR (Giant Magneto Resistance) Effekt und der TMR (Tunneling Magneto Resistance) Effekt.

[0003] Diese Effekte sind beispielsweise in dem Übersichtsartikel „Sandwiches mit riesigem Magnetwiderstand“ von J. Wecker, R. Richter und R. Kinder erschienen in „Physik in unserer Zeit“ 33. Jahrgang, 2002, Heft. Nr. 5, Seite 210 beschrieben.

[0004] Die Effekte werden in vielseitig anwendbaren Anordnungen genutzt.

[0005] Nachteilig an den bisher bekannten Anordnungen ist jedoch, dass sie nur kostenintensiv herstellbar sind und überwiegend aus spröden und/oder starren Materialien gemacht sind.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Dünnschicht-Anordnung mit magnetoresistivem Effekt zu schaffen, die kostengünstig, großflächig und/oder in Massenproduktion herstellbar ist und/oder biegsame oder flexible Schichten umfasst.

[0007] Lösung der Aufgabe und Gegenstand der Erfindung ist eine Anordnung zumindest ein organisches elektronisches Dünnschichtbauteil mit zumindest drei Schichten auf einem Substrat und zumindest eine magnetfelderzeugende Vorrichtung umfassend, wobei die Anordnung derart ist, dass die magnetfelderzeugende Vorrichtung im organischen elektronischen Dünnschichtbauteil eine magnetoresistive Veränderung hervorruft. Außerdem ist Gegenstand der Erfindung die Verwendung einer solchen Anordnung zur Positionsmessung bei linearen Bewegungen, Drehbewegungen, Winkelmessungen, bei der Strommessung über das vom Strom hervorgerufene Magnetfeld und/oder Messungen von Magnetfeldern (Kompass).

[0008] Diese Anordnung kann auch als OMR (Organisch magneto resistiv) bezeichnet werden.

[0009] Nach einer Ausführungsform der Erfindung

ist das Material der Dünnschichten so gewählt, dass die sonst bei herkömmlichen magnetoresistiven Sensoren auftretenden Hystereseeffekte möglichst unterdrückt werden.

[0010] Ein besonderer Vorteil der organischen Dünnschichten ist beispielsweise, dass die Schichten als dünne Folien aufgebracht werden können und, beispielsweise auf einem Foliensubstrat als Träger-substanz aufgebracht, im Ganzen eine flexible und biegsame Anordnung ergeben, die auch großflächig herstellbar ist.

[0011] Neben geringen Herstellungskosten – beispielsweise kann das organische Elektronikbauteil einfach drucktechnisch, oder durch Rakeln oder Prägen hergestellt werden – liegt der Vorteil derartiger Anordnungen vor allem in den verschwindenden Hystereseeffekten und in der hohen Isotropie – bei dem Merkmale die sich auf Grund der verwendeten magnetischen Materialien in gegenwärtig entwickelten Sensoren wohl nur mit sehr hohem Aufwand realisieren lassen.

[0012] Nach einer Ausführungsform ist die OMR-Anordnung als Sensor ausgebildet. Dabei ist neben dem organischen Elektronikbauteil und der Vorrichtung zur Erzeugung eines Magnetfelds eine weitere Vorrichtung vorgesehen, die die magnetoresistive Änderung im organischen Bauteil feststellt und, beispielsweise zusätzlich durch eine Auswertelektronik verarbeitet, weiterleitet.

[0013] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform handelt es sich um eine langzeitstabile OMR-Anordnung, beispielsweise um einen Sensor mit wenig reaktiven Elektroden, was z.B. durch den Einsatz von dotierten Transportschichten erreicht werden kann, der ausreichend stabil gegenüber Korrosion ist, was zur Folge hat, dass auf Verkapselungen verzichtet werden kann um ein langzeitstabiles Device zu schaffen.

[0014] Nach einer weiteren Ausführungsform ist zumindest eine der funktionellen Schichten des organischen Bauelements dotiert, um die Einsatzspannung und/oder die Betriebsspannung gezielt einstellen zu können.

[0015] Das organische Elektronikbauteil umfasst zumindest drei Schichten, zwei elektrisch leitfähige und eine organische Dünnschicht. Dabei ist der Begriff „Schicht“ nicht eng als gesonderte Schicht auszulegen, sondern es wird auf eine Funktionalität abgestellt. So kann durchaus eine der leitfähigen Schichten durch eine Dotierung einer mittleren Schicht ersetzbar sein, wobei dann bei der Zählung der Schichten im Dünnschichtbauteil an der Stelle nur eine Schicht gezählt werden kann, von der Funktionalität her aber sind in der Schicht doch zwei

Schichten enthalten.

[0016] Jede der Schicht kann mit beliebigen Dopanden versetzt sein. Gedacht ist an Versetzungen mit Dopanden und Dotierungen wie sie beispielsweise in Applied Physics Letters 88, 152107 (2006) und in Journal of Applied Physics Vol. 94, Number 1, Seite 359 beschrieben sind.

[0017] Die organische(n) Dünnschicht(en) können entweder halbleitend, leitend oder isolierend sein. Dabei ist keiner der Begriffe streng begrenzt, sondern es gibt fließende Übergänge. Innerhalb eines organischen elektronischen Bauteils ist die Aufteilung jedoch klar, weil im Zusammenhang mit den übrigen Schichten eindeutig formuliert werden kann, welche der Schichten des organischen elektronischen Dünnschichtbauteils als halbleitend, leitend oder isolierend wirkt.

[0018] Zusätzlich kann das organische Elektronikbauteil noch andere Funktionalitäten haben, beispielsweise kann es eine selbstemittierende, eine elektrochrome und/oder eine photoaktive Schicht haben. Diese Schichten können auch beliebig mit anderen Schichten im Verbund vorliegen.

[0019] Die elektrisch leitfähigen Schichten oder eine oder alle äußeren Schichten des organischen Dünnschichtbauteils, insbesondere also die Elektroden-schichten, können sowohl transparent als auch nicht transparent sein.

[0020] Jede der drei Schichten kann durch beliebige Hilfsschichten ergänzt sein, ebenso kann das organische elektronische Bauteil sowohl verkapselt als auch unverkapselt vorliegen.

[0021] Es wird vorgeschlagen, je nach Ausformung und benötigter Stabilität eine Verkapselung zu applizieren, die entweder aus einer verklebten Glasscheibe/Kappe oder aus einer Folge von aufeinander gestapelten Dünnschichten besteht. Es besteht auch die Möglichkeit Mischformen der beiden Ansätze zu verwenden. Z.B. eine Dünnschichtfolge auf die ein Deckglas geklebt wird.

[0022] Gegenüber einem unverkapselten OMR Bauteil – womöglich mit einer reaktiven Kathode versehen – wird durch die erfindungsgemäße Ausformung der Applikation eine Lahnzeitstabilität erreicht, die den Einsatz in verschiedenen Applikationen erlaubt. Durch z.B. eine Dünnschichtverkapselung kann dabei weiterhin ein flexibles Bauteil erreicht werden. Weiterhin ist es auch möglich das OMR Element auf biegsamem Dünnglas aufzubauen und mit demselben zu versiegeln. Ebenso gut kann die flexible Trägerfolie, auf die die Anordnung aufgebracht wurde auf der anderen Seite wieder als Versiegelung/Verkapselung eingesetzt werden.

[0023] Bei der Positionsmessung bei linearen Bewegungen, Drehbewegungen, Winkelmessungen, bei der Strommessung über das vom Strom hervorgerufene Magnetfeld und/oder Messungen von Magnetfeldern (Kompass) hat sich die Ausführungsform der OMR-Anordnung mit einem Stützmagneten als besonders geeignet erwiesen.

[0024] Diese Ausführungsform der Erfindung umfasst einen Biasmagneten. Dieser Biasmagnet verschiebt die Widerstandsänderungskurve (über dem Magnetfeld) hin zu einem Arbeitspunkt, bei dem die Änderungen des externen – zu messenden Feldes mit höherer Genauigkeit und annähernd linear wiedergegeben werden. Der Biasmagnet ist typischerweise räumlich nahe an das Bauteil angebracht. Eine derartige Anordnung kann auch OMR-Sensor mit Stützfeld genannt werden.

[0025] Das Stützfeld kann durch einen Permanentmagneten unterhalb des Sensors oder Sensorchips erzeugt werden. Die Stärke des Feldes wird eingestellt über das Sensormaterial, seine Geometrie und den Abstand zum Sensor. Beispiele können preiswerte Ferritmagnete sein oder ggf. bei kleinen Baugrößen Seltenerd-Magnete (auf Basis Sm-Co oder Nd-Fe-B). Diese Materialien können auch in Form kunststoffgebundener Magnete eingesetzt werden. Stützfelder sind größer als 1 mT, vorteilhaft größer als 5 mT.

[0026] Im Hinblick auf die preiswerte Fertigung durch Druckverfahren ist es weiterhin vorteilhaft, diese Magnete direkt unter oder auf die aufzubringenden Sensorschichten zu drucken, indem man entsprechende Magnetpulver in druckbare Medien einmischt und dann aufbringt. Zwischen die Magnetschicht und die Sensorschichten muss zur Isolierung eine dielektrische Schicht aufgebracht werden. Im Fall von Sensorarrays/pixilierten Sensoren kann nach einer Ausführungsform in dem Verfahren auch die Magnetschicht pixiliert aufgebracht werden.

[0027] Im Folgenden wird die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, die einen Biasmagneten umfasst noch anhand 6 Figuren näher erläutert:

[0028] [Fig. 1](#): Abgebildet ist die prinzipielle Kennlinie mit Stützfeld H_b und dem schraffierten Arbeitsbereich. Der Widerstand R der OMR-Anordnung ändert sich unter Einwirkung eines äußeren Feldes H . Im Nullfeld (äußeres Feld = 0) können diese Kennlinien $R(H)$ ggf. nur eine geringe Änderung bei kleinen Feldänderungen zeigen. Deshalb soll durch ein magnetisches Stützfeld der Arbeitspunkt des Sensors in den Bereich verschoben werden, in dem die Kennlinie die größte Empfindlichkeit zeigt.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt eine Anordnung mit Biasmagneten. Zu erkennen ist das Substrat **3** wobei auf der

oberen Seite des Substrates die erfindungsgemäße OMR-Anordnung mit organischem elektronischem Dünnschichtbauteil **1** zu erkennen ist und auf der anderen Seite des Substrates **3** der Stützmagnet **2** mit einer in-plane Magnetisierung.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt alternativ dazu den identischen Aufbau mit Substrat **3** mittig zwischen OMR-Anordnung **1** und Stützmagnet **2**, allerdings mit dem Unterschied, dass der Stützmagnet **2** hier eine senkrechte Magnetisierung hat.

[0031] Das Magnetfeld wirkt entweder in Schichtebene für den Fall ([Fig. 2](#)), dass auch das zu messende Feld in Schichtebene einwirkt. Wird der Sensor so betrieben, dass die Feldkomponente senkrecht zu Schichtebene gemessen werden soll, wird der Stützmagnet/-magnetschicht senkrecht auf magnetisiert ([Fig. 3](#)).

[0032] In den [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) werden Varianten der Ausführungsform mit Stützmagneten gezeigt, wobei einmal ([Fig. 4](#)) ein Stützmagnet **2** oberhalb einer Isolierschicht **4** auf der OMR-Anordnung **1**, die ihrerseits auf dem Substrat **3** aufgebracht ist, angeordnet ist.

[0033] In [Fig. 5](#) ist der Stützmagnet zwischen dem Substrat **3** und der OMR-Anordnung **1** angeordnet, wobei wieder zwischen der OMR-Anordnung **1** und dem Stützmagnet eine Isolierschicht **4** liegt.

[0034] [Fig. 6](#) zeigt schließlich eine Sensormatrix mit integrierten Magnetschichten zur Erzeugung eines Biasfeldes. Der Aufbau der einzelnen Pixel der Matrix entspricht hier dem aus [Fig. 5](#), obwohl die Sensormatrix keineswegs auf diese Variante beschränkt sein soll.

[0035] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus Kombinationen der einzelnen Ausführungsformen.

[0036] Das organische Elektronikbauteil basiert auf einer organischen Dünnschicht. Die organischen Elektronikbauteile in Dünnschichttechnik sind im Sinne der Erfindung nicht begrenzt.

[0037] Unter dem Begriff "organische Materialien" sollen alle Arten von organischen, metallorganischen und/oder anorganischen Kunststoffen unter Ausnahme der klassischen auf Germanium, Silizium usw. basierenden Halbleitermaterialien verstanden werden. Es ist auch möglich, gefüllte Kunststoffe und Hybridmaterialien einzusetzen. Ferner soll der Begriff "organisches Material" ebenfalls nicht auf kohlenstoffhaltiges Material beschränkt sein, vielmehr sind auch Materialien wie Silicone möglich. Weiterhin sind neben polymeren und oligomeren Substanzen auch so genannte "small molecules" verwendbar.

[0038] So kann die funktionelle Halbleiterschicht aus organischem Material beispielsweise aus Polythiophenen, Polyalkylthiophen, Poly-Di-Hexyl-Ter-Thiophen (PDHTT), Polythienylenvinylenen, Polyfluoren-Derivaten, Polyvinylenvinyl (PPV) oder artverwandte substituierte Systeme anderen konjugierten Polymeren bestehen, um eine Auswahl an möglichen Substanzen zu benennen. Diese Materialien können beliebige Dotierungen haben, wobei auch nicht die ganze Schicht dotiert sein muss, sondern beispielsweise nur der an eine nächste Schicht angrenzende Bereich (Interface) dotiert sein kann.

[0039] Es können als organisches Material blends beliebiger Polymere mit beliebigen Füllstoffen, auch leitfähigen und/oder magnetischen Füllstoffen eingesetzt werden. Auch die Füllstoffe können in beliebigen Fraktionen vorliegen und in Korngröße und Zusammensetzung beliebig variieren. Daneben oder ergänzend können auch im Polymer gebundene Magnetpulver eingesetzt werden.

[0040] Das organische Material kann dia-para-ferro-antiferro und/oder ferrimagnetisch sein. Auch LC-Materialien können eingesetzt werden, solange in ihnen durch das von außen angelegte Magnetfeld eine magnetoresistive Veränderung erzeugt werden kann.

[0041] In der Schichtabfolge des organischen Elektronikbauteils kann auch eine oder mehrere Schichten für spezielle Ladungsträger vorgesehen sein, beispielsweise eine Lochtransportschicht oder eine Exzitonentransportschicht. Dabei kann auf die in der Literatur zu diesen Zwischenschichten bekannten Materialien für die Zwischenschichten zurückgegriffen werden. Beispielsweise sind die Zwischenschichten aus TAD (4,4'-bis(3-methylphenylphenylamino)-biphenyl bekannt.

[0042] Die Schicht aus organischem Material kann, beispielsweise im Fall, dass das organische Elektronikbauteil eine selbstemittierende Schicht hat, auch ein singulett oder triplett emittierendes Material umfassen.

[0043] Die Schicht aus organischem Material wird nach üblichen Beschichtungsmethoden hergestellt. Beispielsweise wird sie aus Lösung durch Aufschleudern (spin-coating), Rakeln und/oder Drucken aufgebracht sein. Es können halbleitende, leitende und/oder isolierende Schichten aus organischem Material sein.

[0044] Nach einer Ausführungsform der Erfindung sind zumindest zwei organische Elektronikbauteile in Dünnschichttechnik in der Anordnung enthalten. Es können aber auch mehrere organische Elektronikbauteile übereinander gestapelt in der Anordnung enthalten sein.

[0045] Diese Stapelfolgen können z.B. durch Charge Generation Layers (CGL) oder Anode-Cathode Layer (ACL) verbunden werden, wodurch es zur Trennung von Ladungsträgern im Bauteil kommt um so in Serie geschaltete, auf einander gestapelte Bauelemente zu erhalten.

[0046] Durch die Erfindung wird erstmals eine OMR-Anordnung, insbesondere in Dünnschichttechnik, vorgeschlagen.

[0047] Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit magnetoresistivem Effekt, insbesondere eine mit zumindest einem elektronischen Dünnschichtbauteil. Diese werden als Sensoren zur Positions- und Strommessung oder zur Messung magnetischer Felder (Kompass) auf Basis magnetischer Schichtstrukturen (AMR/GMR/TMR) oder als Hallsensoren eingesetzt. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, Sensoren, die organische Materialien vorzugsweise in Form von Schichten benutzen einzusetzen.

8. OMR-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, die einen Biasmagneten mit umfasst.

9. OMR-Anordnung nach Anspruch 9, die eine Isolierschicht zwischen dem organischen elektronischen Dünnschichtbauteil und dem Biasmagneten aufweist.

10. Verwendung einer OMR-Anordnung zur Positionsmessung bei linearen Bewegungen, Drehbewegungen, Winkelmessungen, bei der Strommessung über das vom Strom hervorgerufene Magnetfeld und/oder Messungen von Magnetfeldern.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Anordnung zumindest ein organisches elektronisches Dünnschichtbauteil mit zumindest drei Schichten auf einem Substrat und zumindest eine magnetfelderzeugende Vorrichtung umfassend, wobei die Anordnung derart ist, dass die magnetfelderzeugende Vorrichtung im organischen elektronischen Dünnschichtbauteil eine magnetoresistive Veränderung hervorruft.

2. OMR-Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Material der Dünnschichten so gewählt ist, dass die sonst bei herkömmlichen magnetoresistiven Sensoren auftretenden Hystereseeffekte möglichst unterdrückt werden.

3. OMR-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 oder 2, bei der das Substrat eine flexible Folie ist.

4. OMR-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, die als Sensor ausgebildet ist.

5. OMR-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der funktionellen Schichten des organischen Bauelements so dotiert ist, dass die Einsatzspannung und/oder die Betriebsspannung gezielt einstellbar sind.

6. OMR-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine oder mehrere äußere Schichten des organischen Dünnschichtbauteils transparent sind.

7. OMR-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das organische elektronische Bauteil verkapselt ist.

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

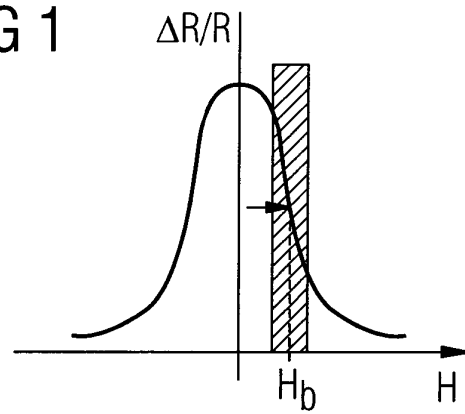


FIG 2

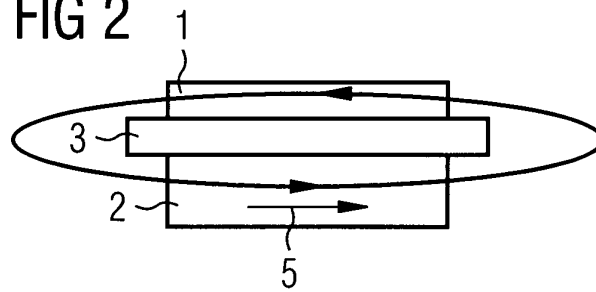


FIG 3

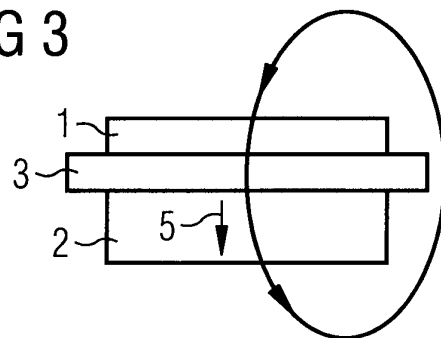


FIG 4

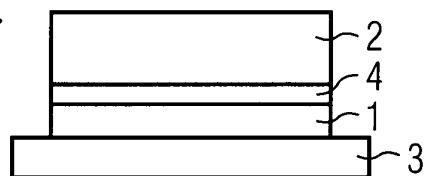


FIG 5

