



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 27 559 T2** 2005.12.08

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 898 180 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 27 559.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 305 516.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.02.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **17.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.12.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01V 3/08**

G12B 9/02, G01D 5/14, G01D 5/16

(30) Unionspriorität:

916746 19.08.1997 US

(73) Patentinhaber:

Allegro Microsystems, Inc., Worcester, Mass., US

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Engel, Raymond W., Southbridge, Massachusetts
01550, US; Vig, Ravi, Bow, New Hampshire 03304,
US; Gagnon, Jay J., Holden, MA 01520, US**

(54) Bezeichnung: **Gehäuse für einen Magnetfeldsensor**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen magnetfeldempfindliche Elemente, wie z. B. Hall-Effekt-Messelemente. Insbesondere betrifft diese Erfindung die Anordnung und das Verpacken von integrierten Schaltungen, welche einen Hall-Effekt-Sensorchip und einen Magneten enthalten, um den minimal erzielbaren Abstand zwischen dem Messelement und einem gemessenen ferromagnetischen Objekt zu reduzieren.

BESCHREIBUNG DER VERWANDTEN TECHNIK

[0002] Magnet-Messelemente, welche das Vorhandensein eines ferromagnetischen Objektes in der Nähe des Messelementes erfassen können, werden bereits im breiten Umfang eingesetzt. Derartige Messelemente nutzen typischerweise ein Magnetfeld und verwenden eine Messvorrichtung, welche Verringerungen in der Stärke eines Magnetfeldes erfasst. Magnetfeldstärke ist als die von einem Permanentmagneten über den Abstand in der magnetischen Richtung erzeugte magnetomotorische Kraft definiert. Beispielsweise tritt eine Zunahme in der Stärke eines Magnetfeldes, welche einem Abfall in der Reluktanz eines Magnetkreises entspricht auf, sobald ein aus einem Material mit hoher magnetischer Permeabilität, wie z. B. Eisen, bestehendes Objekt zu dem Magneten hin bewegt wird. Magnetische Permeabilität ist die Leichtigkeit, mit welcher die als magnetischer Fluss bezeichneten magnetischen Kraftlinien durch eine Substanz hindurch treten können, welche mit einer gegebenen magnetischen Kraft magnetisiert wird. Quantitativ wird sie als das Verhältnis zwischen der erzeugten magnetischen Flussdichte (der Anzahl magnetischer Flusslinien pro Flächeneinheit, welche zur Richtung des Flusses senkrecht ist) und der Magnetfeldstärke oder der magnetischen Kraft. Da das Ausgangssignal eines Magnetfeld-Messelementes von der Stärke des Magnetfeldes abhängt, wirkt diese bei der Erfassung des Abstandes zwischen dem Messelement und einem Objekt innerhalb des magnetischen Kreises. Der Bereich innerhalb welchem das Objekt erfasst werden kann, wird durch die Flussdichte begrenzt, die in Gauss oder Tesla gemessen wird.

[0003] Wenn die Drehzahl oder Rotationsposition eines rotierenden Objektes, wie z. B. einer auf einer Welle montierten Scheibe ermittelt werden soll, wird das Objekt typischerweise mit Oberflächenmerkmalen, welche zu dem Messelement hin vorstehen, wie z. B. mit Zähnen versehen. Die Nähe eines Zahnes zu dem Messelement erhöht die Stärke des Magnetfeldes. Demzufolge kann durch Überwachen des

Ausgangssignals des Messelementes die Rotationsdrehzahl der Scheibe ermittelt werden, indem die Spitzen in dem Sensorausgangssignal mit der bekannten Anzahl von Zähnen auf dem Umfang der Scheibe korreliert werden. Ebenso kann, wenn die Zähne unregelmäßig in einem vorbestimmten Muster beabstandet sind, die Rotationsposition des Körpers ermittelt werden, indem die Spitzenintervalle mit den bekannten Intervallen zwischen den Zähnen auf der Scheibe korreliert werden.

[0004] Eine vorherrschende Form eines derartigen Messelementes ist ein Hall-Effekt-Sensor. Ein Hall-Effekt-Sensor beruht auf einem Querstromfluss, der bei Vorhandensein eines Magnetfeldes auftritt. Der Hall-Effekt-Sensor wird primär mit einer Gleichspannungsquelle mit Elektroden an beiden Enden des Hall-Effekt-Sensors betrieben, welche einen Längsstromfluss durch den Sensorkörper erzeugen. Bei Vorhandensein eines Magnetfeldes wird ein Querstrom in den Sensor induziert, welcher durch ein zweites Paar von Elektroden quer zu dem ersten Paar erfasst werden kann. Das zweite Elektrodenpaar kann dann mit einem Voltmeter verbunden werden, um das über der Oberfläche des Sensors erzeugte Potential zu bestimmen. Dieser Querstromfluss nimmt mit einer entsprechenden Zunahme in der Magnetfeldstärke zu.

[0005] Der Hall-Effekt-Sensor wird in einem und senkrecht zu einem Magnetkreis montiert, welcher einen Permanentmagneten und einen Erreger beinhaltet. Der Erreger ist ein Element mit hoher magnetischer Permeabilität, mit vorstehenden Oberflächenmerkmalen, welche die Stärke des Magnetfeldes vergrößern, sobald der Abstand zwischen der Oberfläche des Erregers und dem Permanentmagneten verringert wird. Typischerweise liegt der Erreger in der Form einer Reihe beabstandeter Zähne vor, welche durch Schlitze getrennt sind, wie z. B. bei den Zähnen auf einem Zahnrad. Der Erreger bewegt sich relativ zu dem feststehenden Hall-Effekt-Sensorelement, und verringert dadurch die Reluktanz des magnetischen Kreises, so dass eine Verringerung des magnetischen Flusses durch das Hall-Effekt-Element in einer Weise bewirkt wird, welche der Position der Zähne entspricht. Mit der Verringerung im magnetischen Fluss tritt daher eine entsprechende Verringerung in der Magnetfeldstärke auf, welche den Querstrom des Hall-Effekt-Sensors vergrößert.

[0006] Mit dem zunehmenden Entwicklungsstand von Produkten wurden Magnetfeld-Messelemente auch in Produkten üblich, welche in ihren Betrieb auf Elektronik beruhen, wie z. B. in Automobilsteuersystemen. Übliche Beispiele von Automobilanwendungen sind die Erfassung des Zündzeitpunktes mittels der Motorkurbelwelle und/oder Nockenwelle und die Erfassung der Raddrehzahl für Antiblockierbremsysteme und für Vierradsteuerungssysteme. Zur Er-

fassung der Raddrehzahl ist der Erreger typischerweise innerhalb des Fahrzeugrades montiertes ein Erregerrad, wobei das Fahrzeugrad mechanisch mit dem Rad verbunden ist, so dass es mit dem Rad rotiert. Das Erregerrad ist mit einer Anzahl von Zähnen versehen, welche sich typischerweise axial von dem Umfang des Erregerrades aus zu einem im Fahrzeug montierten Magnetfeldsensor hin erstrecken. Wie vorstehend erwähnt, ist das Erregerrad aus einem Material mit hoher magnetischer Permeabilität, wie z. B. aus Eisen ausgebildet, so dass, sobald jeder Zahn auf den Sensor zu rotiert, die Stärke des Magnetfeldes als Folge einer Abnahme der Reluktanz des Magnetkreises zunimmt. Anschließend nimmt die Reluktanz des Magnetkreises zu und die Stärke des Magnetfeldes nimmt ab, sobald sich der Zahn von dem Sensorelement weg bewegt. In dem Falle, in welchem ein Hall-Effekt-Element verwendet wird, gibt es eine entsprechende Spitze in dem Potential des Elementes über den Querelektroden, sobald jeder Zahn in der Nähe des Elementes vorbeiläuft.

[0007] Ein üblicher Nachteil von Magnetfeld-Messelementen ist deren Abhängigkeit des Ausgangssignals von dem Abstand zwischen dem Erreger und dem Messelement, welcher als der Luftspalt bekannt ist. Insbesondere nimmt, wenn der Luftspalt zunimmt, der maximale Ausgangssignalsbereich des Elementes ab, was somit die Auflösung des Ausgangssignals verringert und es schwieriger macht, das Ausgangssignal des Elementes genau zu analysieren. Das Ausgangssignal des Hall-Effekt-Elementes ist direkt proportional zu der Stärke des Magnetfeldes, und ist daher bei niedrigen Magnetfeldstärken von dem Luftspalt abhängig.

[0008] Üblicherweise ist der Luftspalt als der Abstand zwischen dem Erreger und der Außenoberfläche des Gehäuses definiert, welches das Messelement enthält. Ein "effektiver Luftspalt" kann als der Abstand zwischen dem Erreger und dem Messelement selbst beschrieben werden. Wie man in [Fig. 1](#) sehen kann, enthalten die früheren Magnetfeldsensoren **10** typischerweise einen Permanentmagneten **14**, und ein Messelement **16**, das in ein Gehäuse **18** eingekapselt ist. Dieser Gehäusotyp ist jedoch für raue Umgebungen, insbesondere die eines Automobils ungeeignet. Demzufolge werden derartig verpackte Messelemente ferner in einem zusätzlichen Gehäuse (Übergehäuse) **20** eingeschlossen, welches den Schutz vor Feuchtigkeit und Schmutz bereitstellt. Demzufolge kann, obwohl der Luftspalt **22** des Messelementes, der Abstand zwischen dem Erreger und dem Messelementgehäuse unverringert bleiben kann, der effektive Luftspalt **24** des Messelementes, der Abstand zwischen dem Erreger und dem Messelement selbst deutlich vergrößert werden. Somit liegt, obwohl die Lebensdauer des Messelementes verbessert wird, ein besonders signifikanter Nachteil in diesem Lösungsansatz in der Verringe-

rung der Spitzenmagnetfeldstärke, wenn ein Zahn in der Nähe zu dem Messelement hindurchtritt, aufgrund des größeren effektiven Luftspaltes vor. Zusätzlich ist eine Vielfalt von Schritten erforderlich, um die zahlreichen Komponenten dieser Anordnung zusammen zu bauen. Noch ein weiteres Problem besteht darin, dass es erwünscht ist, das Messelement **16** so nahe wie möglich an dem Magneten **14** zu haben, da das Magnetfeld als eine Funktion des Luftspaltes abnimmt. Ein geringer Abstand ermöglicht die Verwendung eines kleineren Magneten mit niedrigerem Energieprodukt.

[0009] Somit wäre es erwünscht, ein Verpackungsverfahren für ein Magnetfeld-Messelement, wie z. B. ein Hall-Effekt-Element bereitzustellen, das einen zuverlässigen Schutz vor der Umgebung bietet, während gleichzeitig eine übermäßige Zunahme in dem effektiven Luftspalt zwischen dem Messelement und dem Erreger vermieden wird, das die Anzahl von Zusammenbausritten reduziert, und dem Messelement ermöglicht, so nahe wie möglich an dem Magneten zu liegen.

[0010] EP-A-0 680 103 offenbart eine Magnetfeld-Sensoranordnung, welche eine flexible Leiterplatte mit einer Hauptoberfläche mit einem vorbestimmten Bereich für die Aufnahme wenigstens eines Halbleiter-Magnetfeld-Sensorchips aufweist. Der Chip wird an dem vorbestimmten Bereich der flexiblen Leiterplatte befestigt, welche um einen unterstützenden Magneten herum geformt und in einem Kunststoffgehäuse eingekapselt werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Eine Magnetfeld-Sensoranordnung in einer integrierten Schaltung enthält einen in einem Kunststoffgehäuse eingekapselten Magneten, einen Sensor und einen metallischen Leiterraum. Der Magnet erzeugt ein Magnetfeld. Ein Halbleiter ist innerhalb des Magnetfeldes angeordnet, um die Stärke des Magnetfeldes zu messen. Der Sensor ermöglicht die Erfassung eines durch das Magnetfeld hindurch tretenden ferromagnetischen Objektes. Der metallische Leiterraum besitzt einen Chip-Anbringungssockel, auf welchem der Sensor befestigt wird, und eine Anordnung zum Befestigen des Magneten in unmittelbarer Nähe zu dem Sensor. Die Anordnung zum Befestigen des Magneten kann ein Paar aus federartigen Vorsprüngen des Leiterraumes ausgebildeten von Haltefingern sein, welche den Magneten ergreifen. Der Magnet, der Sensor und der Leiterraum werden in einem Kunststoffgehäuse eingekapselt, um eine integrierte Halbleiterschaltung auszubilden, in welcher eine dünne Schicht des Kunststoffgehäuses den Sensor abdeckt. Der Sensor liegt neben dem ferromagnetischen Objekt und ist von dem ferromagnetischen Objekt aus so angeordnet, dass der Abstand zwischen dem Sensor und dem ferromagneti-

schen Objekt verringert wird und trotzdem ein Luftspalt zwischen dem Kunststoffgehäuse und dem ferromagnetischen Objekt bleibt, um ein Vorbeilaufen des ferromagnetischen Objektes zu ermöglichen. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Sensor ein Hall-Effekt-Element, welches eine oder mehrere Hall-Effekt-Elemente aufweisen kann, um Kanten des ferromagnetischen Objektes, wie z. B. einen Zahnradzahn zu erfassen.

[0012] Ein Erfindungsmerkmal ist die Herstellung und Einkapselung des Magnetfeldsensors als eine integrierte Schaltung so, dass nur ein dünner Anteil des Kunststoffgehäuses den Sensorchip der Hall-Effekt-Zellenelemente überdeckt und der effektive Luftspalt zwischen dem Chip und dem Erreger minimiert wird, was Herstellern oder Endnutzern eine größere Flexibilität in der Auslegung ermöglicht, da sie die Notwendigkeiten nach einer verbesserten Auflösung des Messelementes und die Notwendigkeit eines bestimmten minimalen Spaltes zum Kompensieren der Unebenheit von Zahnradern, welche durch Wärmeausdehnung, ungleichmäßige Zähne und Verschleiß an dem Zahnrad bewirkt wird, abwägen können.

[0013] Ein zweites Erfindungsmerkmal ist die Verwendung von Haltefingern auf dem Leiterrahmen, um den Magneten so zu befestigen, dass er von dem Sensorchip der Hall-Zellenelemente nur durch den Chip-Anbringungssockel getrennt ist, was somit eine engere Nähe des Sensorchips der Hallzellenelemente und des Magneten ermöglicht. Die Finger erzeugen auch eine genaue Lokalisierung zur Mitte des Magnetfeldes und erzeugen eine Steifigkeit während des Transportes zur Einkapselungsform. Die Finger halten den Magneten auch so gegen den Leiterrahmen, dass der Spalt zwischen dem Magneten und dem Sensor nicht vergrößert wird. Zusätzlich vereinfachen die Finger den Zusammenbauvorgang, da kein Kleber und zugehöriger Härtungsschritt und keine weiteren zusätzlichen Befestigungselemente benötigt werden. Noch ein weiteres Merkmal besteht darin, dass die Finger nachgiebig sind, und sich der Größe und Form des Magneten anpassen, was die Notwendigkeit für kritische Teile, Größen und Toleranzen reduziert. All diese Merkmale reduzieren die Kosten des Produkts.

[0014] Ein drittes Erfindungsmerkmal besteht darin, dass der Aufbau des Leiterrahmens, des Sensorchips der Hallzellenelemente und des Magneten die Herstellung der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit als nur eine kunststoffgekapelte integrierte Schaltung ermöglichen, welche in einem Montageprozess für integrierte Schaltungen und einem Kunststoffeinkapselungsprozess nach Industriestandard hergestellt werden. Dieses macht das Sensorelement durch weniger Fertigungsschritte preiswerter und ergibt ein vollständiges Kunststoffgehäuse um alle Ele-

mente der Magnet-Sensoreinheit herum, und stellt somit einen besseren Umweltschutz gegenüber Staub, Schmutz, Korrosionsmedien und Motorfluide bereit.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] [Fig. 1](#) ist eine schematische Ansicht des Aufbaus eines Magnetfeld-Messelementes nach dem Stand der Technik.

[0016] [Fig. 2](#) ist eine schematische Ansicht des Aufbaus des Magnetfeldsensors der vorliegenden Erfindung.

[0017] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Draufsicht auf den Leiterrahmen des Magnetfeldsensors von [Fig. 2](#).

[0018] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Draufsicht auf den Leiterrahmen von [Fig. 3](#) nach dem nächsten Zusammenbauschnitt der Hinzufügung eines Chips, eines Magnets und von Bonddrähten zu dem Leiterrahmen.

[0019] [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Draufsicht auf eine integrierte Schaltung, welche durch Umspritzen des Leiterrahmens von [Fig. 4](#) erzeugt wird.

[0020] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Draufsicht auf die integrierte Schaltung von [Fig. 5](#) mit dem beschnittenen Leiterrahmen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0021] Die vorliegende Erfindung ist insbesondere für Automobilanwendungen, wie z. B. für Magnetfeld-Messelemente zum Erfassen der Radgeschwindigkeit für ein elektronisches Antiblockier-Bremssystem geeignet. Zum Zwecke der Beschreibung wird das in [Fig. 2](#) dargestellte Magnetfeld-Messelement als eine integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** dargestellt, welche zum Erfassen der Rotationsgeschwindigkeit eines mit Zähnen versehenen Erregerrades **34** für ein (nicht dargestelltes) Antiblockierbremssystem eines Automobils verwendet wird. Das Erregerrad **34** ist drehbar in dem Radgehäuse eines mit einem Antiblockierbremssystem ausgestatteten Fahrzeugs befestigt. Das Erregerrad **34** steht für eine Rotation mit einem der Räder des Automobils in Eingriff, dessen Rotationsgeschwindigkeit für die Rückkopplung zu dem Antiblockierschaltkreis erforderlich ist, um ein vollständiges Blockieren des Rades während einer Bremsung zu verhindern.

[0022] Insbesondere ist gemäß Darstellung in [Fig. 2](#) die integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** innerhalb eines Übergehäuses **36** befestigt, welches angrenzend an das Erregerrad **34** für den Zweck der Lokalisierung der integrierten Hall-Effekt-Sensorein-

heit **32** in der Nähe des Erregerrades **34** vorgesehen ist. Das Übergehäuse **36** kann jede geeignete Form und jeden Aufbau aufweisen, und kann beispielsweise für eine Montage in einem Motorblock **37** angepasst sein. Das Übergehäuse **36** ist radial von dem Erregerrad **34** so angeordnet, dass sie die integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** in einem vorbestimmten Abstand von einer Reihe von Zähnen **38** anordnet, welche auf dem Umfang des Erregerrades ausgebildet sind. Dieser Abstand wird als der Luftspalt **40** bezeichnet, welcher von primärem Interesse für die Zwecke der vorliegenden Erfindung ist. Im allgemeinen hängt der Luftspalt **40** von der speziellen Anwendung und den Folgen der Toleranzen der verwendeten Hardware ab. Luftspalte von 0,5 bis 2,0 mm sind nicht unüblich, wie beispielsweise in der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform.

[0023] Zwischen jedem Zahn **38** befindet sich ein Schlitz **42**, welcher deutlich benachbarte Zähne **38** abgrenzt. Im allgemeinen sind die Zähne **38** gleichmäßige durch Schlitz **42** um den Umfang oder den Außenrand des Erregerrades **34** beabstandet und sind im wesentlichen in Größe und Form identisch. Das Übergehäuse **36** ist in einer stationären Position, angrenzend an die Zähne **38** des Erregerrades **34** so fixiert, dass die Zähne **38** und die Schlitz **42** abwechselnd die integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** passieren, sobald sich das Rad des Automobils dreht.

[0024] Gemäß weiterer Betrachtung von [Fig. 2](#) besitzt die integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** einen Leiterraum **44**, einen Hall-Zellenelemente-Sensorchip **46**, welcher auf die Oberseite des Leiterraums **44** gebondet ist, und einen Permanentmagneten **48**, welcher bündig mit der Unterseite des Leiterraums **44** montiert ist. Der Chip **46** könnte ein einziges zentriertes Hall-Zellenelement oder mehrere Elemente, beispielsweise zwei Hall-Effekt-Sensoren sein, welche 2,23 mm (0,088 inches) beabstandet sein könnten. Diese Sensoren bilden einen Kantendetektor, um den Vorbeilauf der Kanten der Zähne **38** zu erfassen. Die gesamte Anordnung des Leiterraums **44**, des Chips **46** und des Magneten **48** wird dann in einem Kunststoffgehäuse **50** mittels eines herkömmlichen Kunststoffspritz-Verpackungsprozesses verpackt. Dieser gesamte Zusammenbau erzeugt eine integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** allgemeiner Natur und kann in einer Vielzahl von Anwendungen mit einem Übergehäuse **36** eingesetzt werden, welches die Einrichtung für die Montage in jeder Anwendung wie vorstehend beschrieben bereitstellt.

[0025] Zusammen bilden das Erregerrad **34** und der Permanentmagnet **48** einen Magnetkreis. Der Permanentmagnet **48** ist mit seinen Polen zu dem Erregerrad **34** ausgerichtet orientiert und der Hall-Zellenelement-Sensorchip **46** ist innerhalb der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** so positioniert, dass

das sich ergebende Magnetfeld senkrecht zu der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** ist. Bei dieser räumlichen Beziehung zwischen den Komponenten des Magnetkreises bewirkt das Vorhandensein eines Zahnes **38** des Erregerrades **34** angrenzend an den Hall-Zellenelemente-Sensorchip **46** eine Zunahme in dem magnetischen Fluss des magnetischen Kreises, welche die Reluktanz des Kreises verringert und somit das Ausgangssignal der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** beeinflusst, wenn das Erregerrad **34** rotiert.

[0026] Das Übergehäuse **36** hält die integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** in der genauen Lage, so dass sie korrekt von dem Erreger **34** beabstandet ist. Der Luftspalt **40** ist der Abstand zwischen der Kante des Kunststoffgehäuses **50** und dem Erreger **34**. Der effektive Luftspalt **54** ist der Abstand zwischen dem Hall-Zellenelemente-Sensorchip **46** und dem Erreger **34**. Das Kunststoffgehäuse **50** stellt einen vollständigen Schutz gegen alle Umweltgefahren, wie z. B. Feuchtigkeit, korrosive Medien, Staub, Schmutz und Öl bereit, da es vollständig die gesamte Anordnung des Hall-Zellenelemente-Sensorchips **46**, des Leiterraums **44** und des Permanentmagneten **48** abdeckt. Der effektive Luftspalt **54** ist in der Größe reduziert, da nur eine Lage Kunststoff mit der minimal notwendigen Dicke vorhanden ist, um einen Schutz zwischen dem Chip **46** und dem Erreger **34** bereitzustellen.

[0027] Die Reduzierung der Kunststoffschicht zwischen dem Chip **46** und dem Erreger **34** ist aus mehreren Gründen wichtig. Aufgrund von Wärmeausdehnung, ungleichmäßigen Zahnradern, Verschleiss und weiteren Faktoren ist es erwünscht, den Luftspalt so groß wie möglich zu halten, um ungleichmäßige Zahnradern zu kompensieren. Gleichzeitig kann die Empfindlichkeit für den Magnetfeldsensor insgesamt erhöht werden, wenn der Luftspalt **40** minimiert wird, und der effektive Luftspalt **54** verkleinert wird. Die am dünnsten mögliche Kunststoffschicht zum Überdecken der Oberfläche des Chips **46** ermöglicht dem Automobilhersteller mehr Flexibilität in der Auslegung des Sensors, um die Forderungen nach Kompensation für ungleichmäßige Zahnradern und den Erhalt einer besseren Empfindlichkeit auszugleichen.

[0028] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht eines in [Fig. 2](#) dargestellten metallischen Leiterraums **44** mit einem Chip-Anbringungssockel **58** für die Aufnahme des Hall-Zellenelemente-Sensorchips **46**, mit Halteclipsen **60**, **62** zum Befestigen des Magneten **48** und Gehäuseleitern **64**, **66**, **68**. Schienen **70**, Seitenschienen **72** und Verbindungsstege **76** vervollständigen ein Segment des Leiterraums **44**. Ein zusammenhängender Satz identischer Segmente bildet einen Leiterraumstreifen, welcher in einem typischen Montageprozess einer integrierten Schaltung verwendet wird. Der Leiterraum **44** kann beispiels-

weise aus einem nicht magnetischen dreiviertel oder vollharten Kupferlegierung CDA 151 bestehen, um ihm ausreichen Federwirkung zu verleihen, um den Haltefinger 60, 62 eine ausreichende Spannung zum Halten des Magneten 48 zu ermöglichen. Der Leiterraahmen muss weich genug zum Biegen jedoch hart genug sein, das er seine Form für den Montageprozess beibehält. Der Hall-Zellenelemente-Sensorchip 46 kann an dem Chip-Anbringungssockel 58 über einen leitenden Epoxid- oder Polyimidkleber befestigt werden. Typischerweise hätte das Gehäuse abhängig von dem verwendeten Elementtyp für ein Antiblockier-Bremssystem zwei Leiter, während es für ein Zündsystem vier Leiter hätte.

[0029] Fig. 4 stellt den Leiterraahmen 44 in den nächsten Schritt des Montageprozesses mit dem Hall-Zellenelemente-Sensorchip 46 auf dem Chip-Anbringungssockel 58 angebracht und dem Magneten 48 durch die Federspannung der Haltefinger 60, 62 befestigt dar. Der Hall-Zellenelemente-Sensorchip 46 besitzt minimal drei Bondflächen, welche über Goldbonddrähte 80, 82, 84 mit den Gehäuseleitern 64, 66, bzw. 68 verbunden sind. Der Leiterraahmen 44, der Hall-Zellenelemente-Sensorchip 46 und der Magnet 48 bildet die Leiterraahmnanordnung, welche durch einen Spritzformungsprozess in Kunststoff eingekapselt wird. Die Gehäuseleiter 64, 66, 68 stellen die Signalausgabe für die integrierte Schaltung bereit.

[0030] Fig. 5 stellt eine perspektivische Ansicht der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 dar, nachdem der Hall-Zellenelemente-Sensorchip 46, der Leiterraahmen 44 und der Permanentmagnet 48 durch den Spritzformungsprozess in das Kunststoffgehäuse 50 eingekapselt wurde.

[0031] Fig. 6 stellt die integrierte Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 dar, nachdem die Schienen 70, die Verbindungsstege 72 und die Stützstangen 74 weggeschnitten sind und die Gehäuseleiter 64, 66, 68 sich aus dem Gehäuse heraus erstrecken.

[0032] Dieses ist der letzte Schritt beim Zusammenbau der integrierten Schaltung und des Einkapselungsprozesses.

[0033] Der verbesserte Betrieb des Magnetfeld-Messelementes 30 ist wie folgt. Die Anordnung des Permanentmagneten 48 zu dem Erregerrad 34 bildet einen magnetischen Kreis zwischen diesen, welcher ein Magnetfeld mit einer vorbestimmten magnetischen Flussdichte erzeugt, die von der Stärke des Magnetkreises abhängt. Der magnetische Fluss des Magnetkreises erstreckt sich zwischen dem Pol des Permanentmagneten 48, wovon einer der Südpol ist, während der andere der Nordpol ist. Die Pole sind so ausgerichtet, dass sie senkrecht zu der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 liegen, so dass

einer der Pole in der Nähe angeordnet ist, während der andere Pol davon abgesetzt ist. Ein großer Prozentsatz des magnetischen Flusses bleibt innerhalb einer Schleife eingeschlossen, welche von den am weitesten von der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 entfernten Pol quer über einen großen Luftspalt zwischen dem Pol und dem Erregerrad 34 und zurück durch den Luftspalt 40 zu dem der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 nächst gelegenen Pol geführt werden kann. Die Rotation des Erregerrades 34 erzeugt eine zyklische Fluktuation in der Reluktanz des Magnetkreises, welche dadurch eine entsprechende Fluktuation in der Stärke des von der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit gemessenen Magnetfeldes bewirkt. Der Querstrom der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 34 nimmt mit einer Zunahme in der Stärke des Magnetfeldes entsprechend einem sich in der Nähe der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 befindenden Zahn 38, zu, und nimmt mit einer Abnahme der Stärke des Magnetfeldes, die einem sich in der Nähe der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit 32 befindenden Schlitz 42 entspricht, ab. Das Magnetfeld-Messelement 30 ist ein Kantendetektor und misst jede Kante jedes Zahnes 38. Demzufolge kann mit der Kenntnis der Anzahl der Zähne 38 in dem Erregerrad 34 und der Tatsache, dass der Hall-Effektchip zwei Sensoren zum Erfassen der Kante besitzt, der Hall-Effektsensor zum Ermitteln der Drehzahl verwendet werden, mit welcher sich das Rad dreht.

[0034] Demzufolge ist das eine erfindungsgemäße Merkmal die Herstellung und die Einkapselung des Magnetfeldsensors als eine integrierte Schaltung in einer solchen Weise, dass nur ein dünner Abschnitt des Kunststoffgehäuses 50 den Hall-Effekt-Zellenelemente-Sensorchip 64 überdeckt, und dass der effektive Luftspalt 54 zwischen dem Chip 46 und dem Erreger 34 minimiert wird. Dieses ermöglicht dem Hersteller eine größere Flexibilität in der Auslegung, da er die Erfordernisse einer verbesserten Auflösung des Messelementes und die Erfordernisse eines bestimmten minimalen Spaltes zur Kompensation der Ungleichmäßigkeit von Zahnrädern, welche durch Wärmeausdehnung, ungleichmäßige Zähne und Verschleiß auf dem Zahnrad bewirkt wird, ausgleichen kann.

[0035] Ein zweites erfindungsgemäßes Merkmal ist die Verwendung von Haltefinger 60, 62 auf dem Leiterraahmen 44 zum Befestigen des Magneten 48 in der Weise, dass er von dem Hall-Zellenelemente-sensorchip 46 nur durch den Chip-Anbringungssockel 58 getrennt ist. Dieses ermöglicht eine enge Toleranz von der Magnetfläche bis zu dem Hall-Zellenelemente-Sensorchip. Der Vorteil besteht darin, dass durch ein Beibehalten eines festen Abstandes die Schwankungen in dem Feld wesentlich geringer sind, was ein wesentlich gleichmäßigeres Produkt ermöglicht. Die Finger 60, 62 stellen ferner eine genaue

Positionierung zur Zentrierung des Magnetfeldes bereit und stellen eine Steifigkeit während des Transportes zu der Einkapselungsform bereit. Zusätzlich vereinfachen die Finger den Montagevorgang, da kein Kleber und entsprechender Härtungsschritt erforderlich ist, und keine zusätzlichen Befestigungselemente benötigt werden. Noch ein weiteres Merkmal besteht darin, dass die Finger nachgiebig sind, und sich an die Größe und Form des Magneten anpassen, was die Notwendigkeit für kritische Teile, Größen und Toleranzen erübrigt. All diese Merkmale reduzieren die Kosten des Produktes.

[0036] Ein drittes erfindungsgemäßes Merkmal besteht darin, dass der Aufbau des Leiterrahmens **44**, des Hall-Zellenelemente-Sensorchips **46** und des Magneten **48** die Herstellung der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** als nur eine kunststoffgekapelte integrierte Schaltung ermöglicht, welche in einem Montageprozess für integrierte Schaltungen und Kunststoffeinkapselungsprozess gemäß Industriestandard hergestellt wird. Dieses macht die Sensorvorrichtung aufgrund weniger Herstellungsschritte kostengünstiger und stellt ein vollständiges Kunststoffgehäuse um alle Elemente der integrierten Hall-Effekt-Sensoreinheit **32** bereit, und stellt somit einen besseren Umweltschutz gegenüber Staub, Schmutz, korrosive Medien und Motorfluide bereit.

[0037] Es sollte angemerkt werden, dass es innerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung liegt, eine Feldplatte (magnetoresistor) als ein Magnetfeld-Messelement zu verwenden. Eine Feldplatte ist ein Element, dessen Widerstand mit der Stärke des an das Element angelegten Magnetfelds variiert. Im allgemeinen ist die Feldplatte ein Barren aus einem elektrisch leitenden Material, wie z. B. einem Metall oder einem Halbleiter. Für viele Automobilanwendungen ist die bevorzugte Form einer Feldplatte ein dünner länglicher Körper aus einem Halbleitermaterial mit hoher Trägerbeweglichkeit, wie z. B. Indiumantimonid (InSb) oder Indiumarsenid (InAs) mit Kontakten an seinen Enden. Die Feldplatte wird innerhalb und senkrecht zu einem Magnetkreis montiert, welcher einen Permanentmagneten und einen Erreger umfasst. Der Erreger bewegt sich relativ zu dem stationären Feldplattenelement, und verringert dadurch die Reluktanz des magnetischen Kreises so, dass eine Verringerung des magnetischen Flusses durch die Feldplatte in einer Weise bewirkt wird, welche der Position der Zähne des Erregers entspricht. Mit der Veränderung im Magnetfluss tritt die entsprechende Veränderung in der Magnetfeldstärke auf, welche den Widerstand der Feldplatte erhöht.

[0038] Obwohl die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und beschrieben wurden, kommen dem Fachmann auf diesem Gebiet zahlreiche Varianten oder alternative Ausführungsformen in den Sinn. Demzufolge soll diese Erfindung nur hin-

sichtlich der beigefügten Ansprüche eingeschränkt sein.

Patentansprüche

1. Magnetfeld-Sensoranordnung, die umfasst: einen Magneten (**48**) zum Erzeugen eines Magnetfeldes, einen Halbleitersensor (**46**), der sich innerhalb des Magnetfeldes befindet, um die Stärke des Magnetfeldes zu messen, wobei der Sensor so eingerichtet ist, dass er die Erfassung eines ferromagnetischen Objektes (**34**) ermöglicht, das durch das Magnetfeld hindurchtritt, und einen Leiterrahmen (**44**) aus Metall mit einem Chip-Anbringungssockel (**58**), wobei der Sensor an einer Seite des Chip-Anbringungssockels angebracht ist, wobei der Magnet, der Sensor und der Leiterrahmen so zusammengesetzt sind, dass sie eine integrierte Halbleiterschaltung (**32**) bilden, die in einem Kunststoffgehäuse (**50**) eingekapselt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnet (**48**) bündig an der anderen Seite des Chip-Anbringungssockels angebracht ist.

2. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 1, wobei der Leiterrahmen (**44**) des Weiteren einen oder mehrere federartige Vorsprünge (**60**, **62**) zum Befestigen des Magneten (**48**) nahe an dem Sensor (**46**) umfasst.

3. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine dünne Schicht des Kunststoffgehäuses (**50**) den Sensor (**46**) abdeckt, um den Abstand zwischen dem Sensor und dem ferromagnetischen Objekt zu verringern, wenn die Sensoranordnung in Funktion an das ferromagnetische Objekt (**34**) angrenzend positioniert ist, und gleichzeitig ein Luftspalt (**40**) zwischen dem Kunststoffgehäuse (**50**) und dem ferromagnetischen Objekt aufrechterhalten wird, der ausreicht, um das Hindurchtreten des ferromagnetischen Objektes zu ermöglichen.

4. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Sensor (**46**) ein oder mehrere Magnetfeld-Messelemente hat.

5. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 4, die mehrere Magnetfeld-Messelemente aufweist, die voneinander beabstandet sind, um Magnetfeldstärken an verschiedenen Positionen zu messen.

6. Magnetfeld-Sensoranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Sensor (**46**) ein Halbleiterchip ist, der ein oder mehrere Hall-Effekt-Magnetfeld-Messelemente aufweist.

7. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch

2, wobei der Leiterraum (44) aus einem Metall besteht, das es ermöglicht, dass der eine bzw. die mehreren Vorsprünge (60, 62) ausreichende Federspannung haben, um den Magneten (48) zu befestigen.

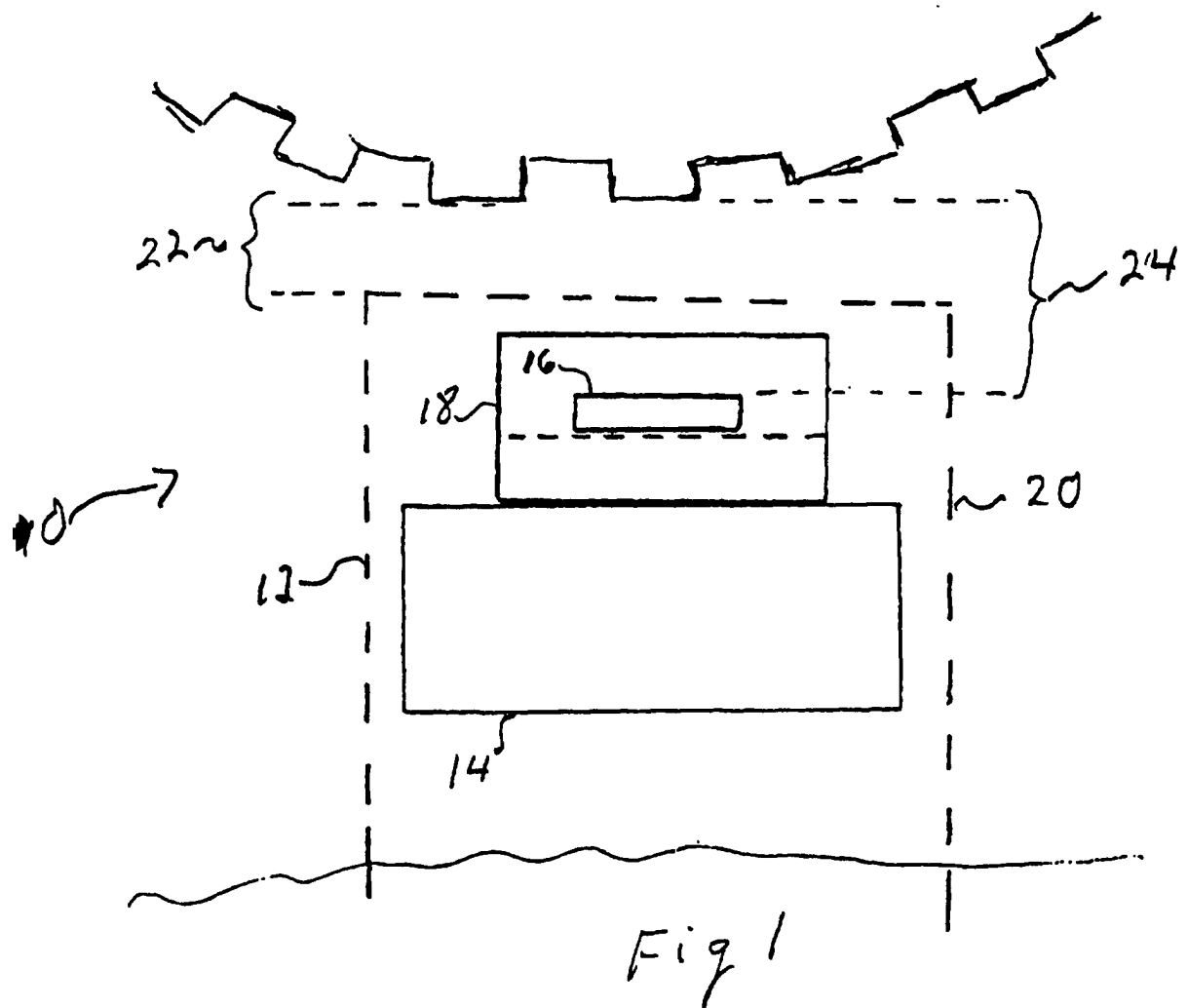
8. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 7, wobei der Magnet (48) in den einen oder die mehreren Vorsprünge (60, 62) pressgepasst wird, um ihn zu befestigen.

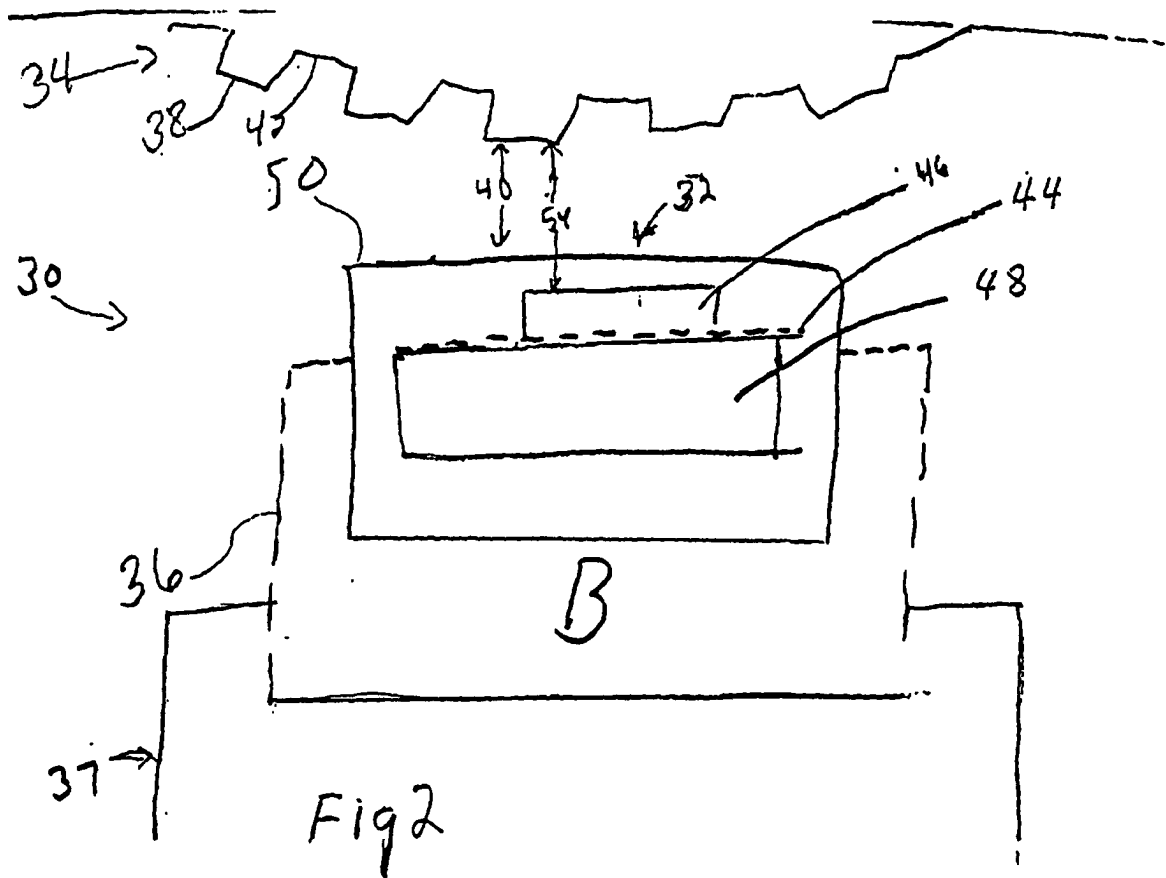
9. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 4, wobei das eine bzw. die mehreren Magnetfeld-Messelemente Hall-Effekt-Elemente sind.

10. Magnetfeld-Sensoranordnung nach Anspruch 9, wobei das eine bzw. die mehreren Magnetfeld-Messelemente so eingerichtet sind, dass sie in Funktion die Kanten des ferromagnetischen Objektes (34) erfassen.

11. Magnetfeld-Sensoranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, die eine Umspritzung (36) aufweist, die einen Teil des Sensor-Kunststoffgehäuses (50) abdeckt, wobei die Umspritzung dazu dient, den Sensor (46) zu positionieren.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen





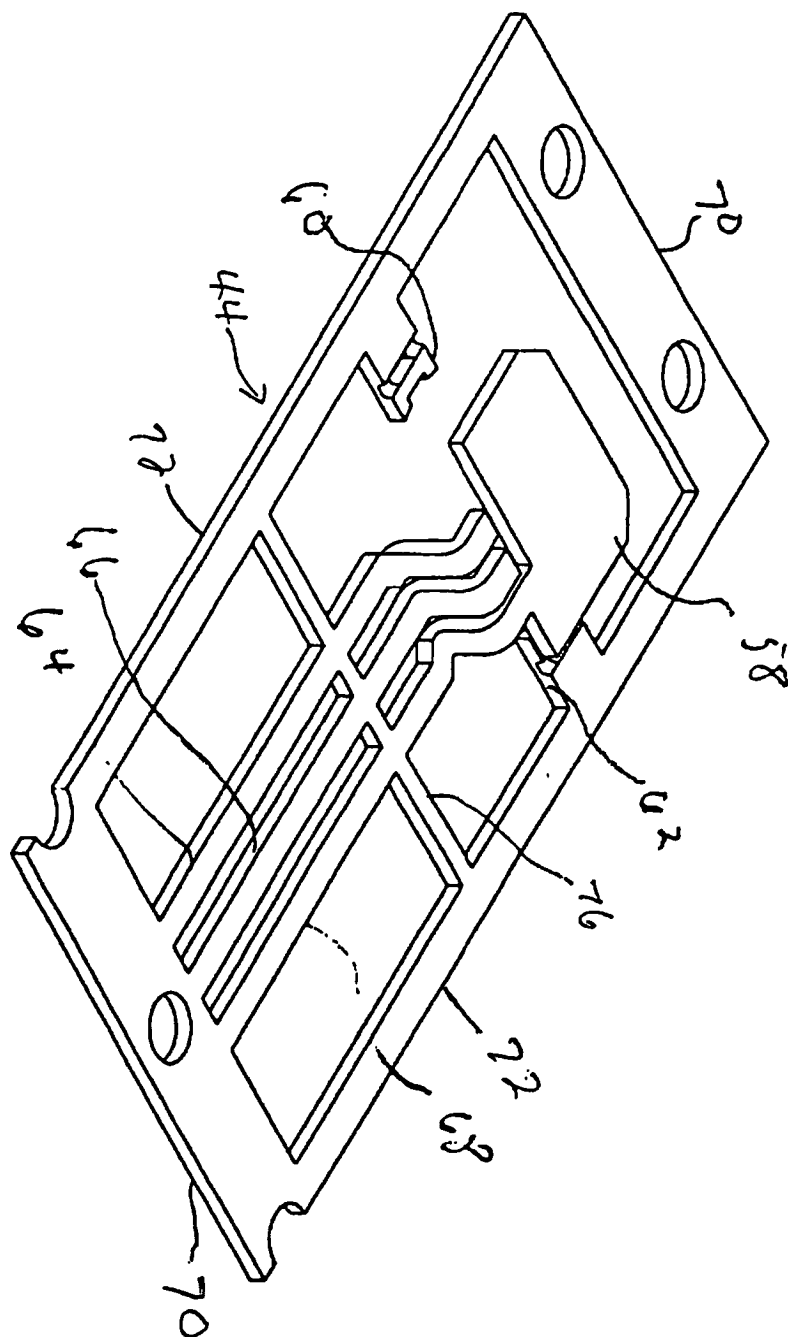


Fig 3

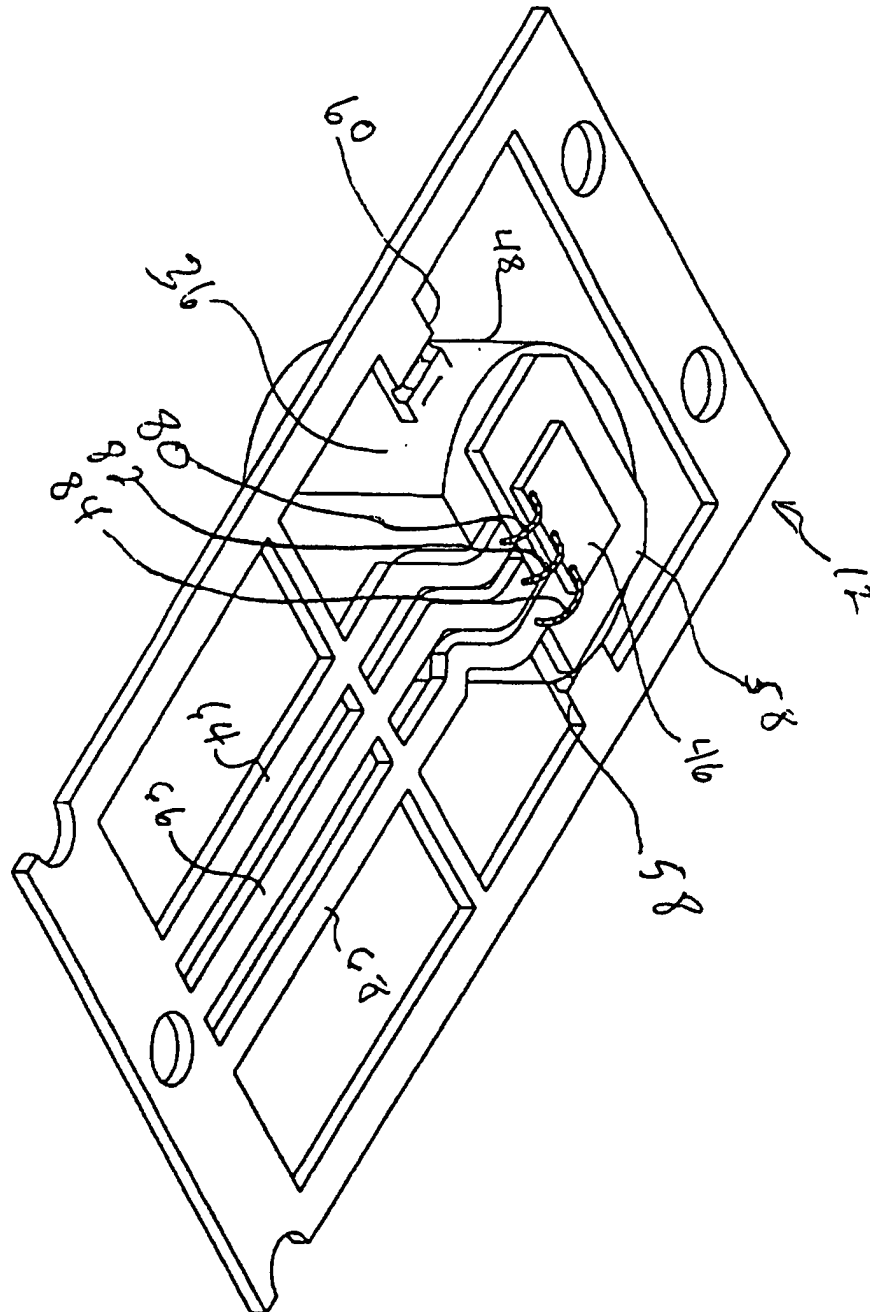


Fig 4

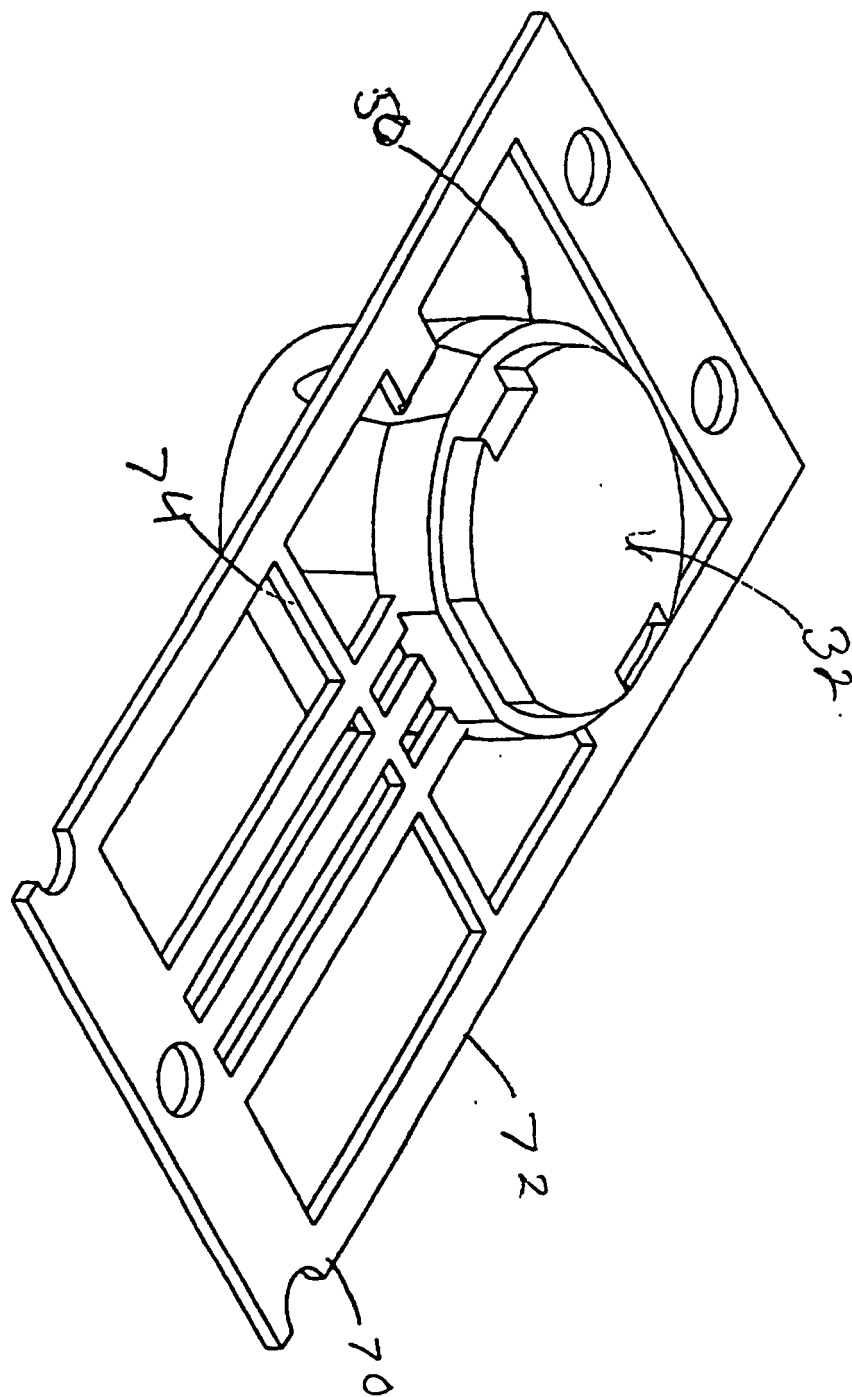


Fig. 5

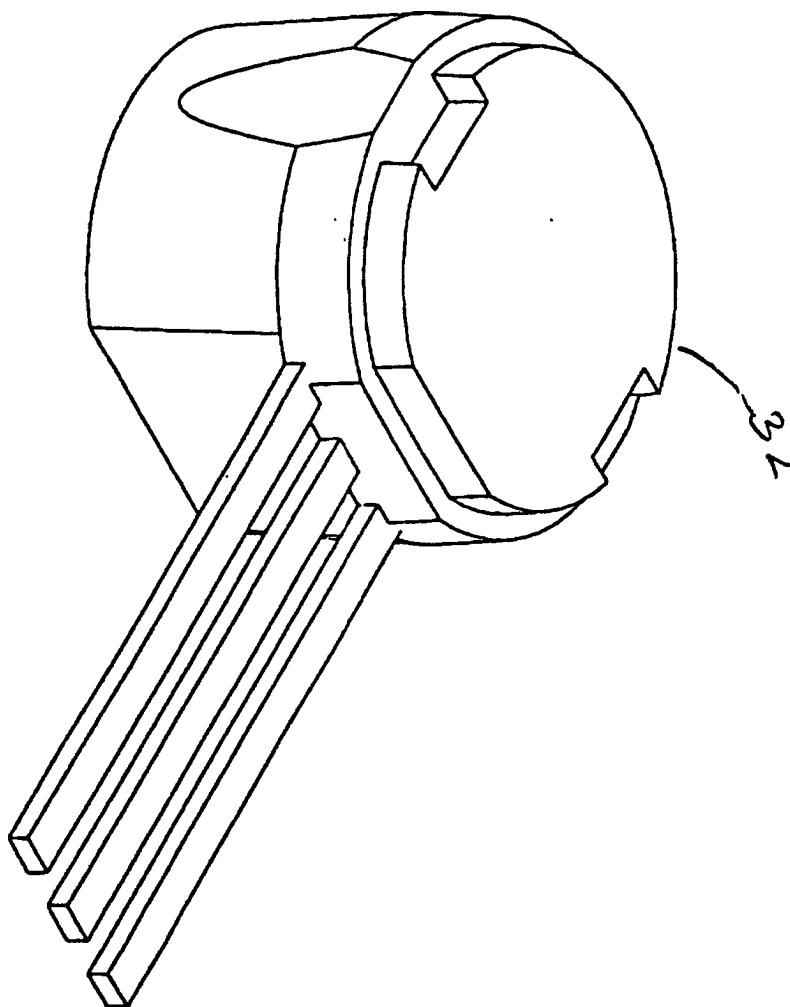


Fig 6