

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 329/00

(51) Int.Cl.⁷ : **G01R 33/07**

(22) Anmeldetag: 3. 5.2000

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 4.2002

(45) Ausgabetag: 27. 5.2002

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

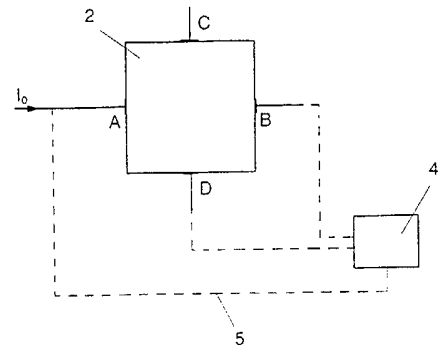
AUSTRIA MIKRO SYSTEME INTERNATIONAL
AKTIENGESELLSCHAFT
A-8141 UNTERPREMSTÄTTEN, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

KEMPE VOLKER
LIEBOCH, STEIERMARK (AT).

(54) **VERFAHREN ZUM KOMPENSIEREN VON MECHANISCHEN SPANNUNGEN FÜR DIE MESSUNG DER MAGNETISCHEN FELDSTARKE MITTELS HALLSONDEN**

(57) Bei einem Verfahren zum Kompensieren von mechanischen Spannungen für die Messung der magnetischen Feldstärke mittels Hallsonden, wird so vorgegangen, daß der elektrische Widerstand und/oder eine dem elektrischen Widerstand proportionale Meßgröße der Hallsonde in mindestens zwei voneinander verschiedenen, vorzugsweise orthogonalen Richtungen gemessen wird, daß der Mittelwert der gemessenen Widerstände bzw. der dazu proportionalen Meßgrößen ermittelt wird und daß der durch die Hallsonde geleitete Strom proportional zum ermittelten Mittelwert gewählt wird.



AT 005 315 U1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kompensieren von mechanischen Spannungen für die Messung der magnetischen Feldstärke mittels Hallsonden.

Hallsonden, denen der Halleffekt zugrundeliegt, bestehen üblicherweise aus kleinen Plättchen eines Halbleiters hoher Trägerbeweglichkeit, z.B. InSb. Wenn ein Strom durch diese Plättchen fließt, entsteht senkrecht zu diesem Strom und senkrecht zu einem vorhandenen Magnetfeld eine magnetfeldabhängige Spannung, welche auch Hallspannung bezeichnet wird. Derartige Hallsonden sind für die Messung der magnetischen Feldstärke im Bereich zwischen 10^{-3} und 10^5 Gauss geeignet und werden üblicherweise direkt in Siliziumhalbleiterscheiben ausgebildet. Häufig werden derartige Hallsonden in Kunststoff oder Keramik gekapselt und sind daher von äußeren Temperatureinflüssen abhängigen mechanischen Spannungen ausgesetzt. Derartige mechanische Spannungen verändern jedoch das Verhalten von Hallsonden und verhindern somit genaue Messungen der magnetischen Feldstärke. Insbesondere wird dadurch die Meßempfindlichkeit von Hallsonden beeinflußt.

Zur Verringerung der Auswirkung von mechanischen Spannungen auf die Empfindlichkeit von Magnetfeldmessungen mittels Hallsonden sind bisher keine geeigneten Maßnahmen vorgeschlagen worden. Die bisherigen Vorschläge zur Verbesserung von Hallsondenmessungen zielten lediglich darauf ab, die Offset-Spannung von Hallsonden zu kompensieren.

In der US 5 614 754 wird beispielsweise vorgeschlagen eine Hallsonde in der (110) Ebene des Halbleitersubstrates auszubilden und weiters das Verhältnis der Seitenlänge zur Dicke des Halbleitersubstrates 2:1 zu wählen. Dadurch soll die Genauigkeit von Feldstärkemessungen auch bei Temperatur- und Spannungseinflüssen erhöht werden. Weiters wird in der US 5 406 202 eine Anordnung von mindestens zwei gleichartigen zueinander verdreht angeordneten Hallsonden vorgeschlagen, wobei die Anschlüsse für die Stromversorgung und die Abnahme der Hallspannung zyklisch gegeneinander vertauscht werden und die dabei ermittelten Meßwerte in einer gesonderten Schaltung ausgewertet werden. Auch dadurch soll eine Kompensation der teilweise durch mechanische

Spannungen verursachten Offset-Spannung erreicht werden. Weiters ist aus der GB 2 157 887 A ein Schaltkreis bekanntgeworden, bei welchem eine Hallsonde von einem isolierenden Wall, vorzugsweise von zwei konzentrischen isolierenden Wällen umgeben ist, welche die Hallsonde von inneren mechanischen Spannungen, welche beispielsweise durch Einschlüsse im Wafer hervorgerufen werden, freihalten sollen.

All diese bekannten Vorschläge zielen darauf ab, die Offset-Spannung von Hallsonden, also einen additiven Fehler der Hallspannung zu kompensieren. Hierfür sind aufwendige Kompensationsschaltungen notwendig, welche den Stromverbrauch der Hallsonde erheblich erhöhen. Derartige Kompensationsschaltungen benötigen darüber hinaus auch zusätzlichen Platz auf dem Chip. Eine Kompensation der durch mechanische Spannungseinflüsse hervorgerufenen Empfindlichkeitsänderung der Hallsonde ist den bekannten Kompensationsverfahren nicht zu entnehmen.

Die vorliegende Erfindung zielt nun darauf ab, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches insbesondere auf die Empfindlichkeitsänderung aufgrund von mechanischen Spannungen Rücksicht nimmt und welches sich darüber hinaus durch einen besonders geringen Stromverbrauch auszeichnet und auch die kontinuierliche Kalibrierung von Hallsonden ermöglicht. Außerdem soll der schaltungstechnische Aufwand sowie die benötigte Chipfläche möglichst gering gehalten werden. Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß so vorgegangen, daß der elektrische Widerstand und/oder eine dem elektrischen Widerstand proportionale Meßgröße der Hallsonde in mindestens zwei voneinander verschiedenen Richtungen ermittelt wird, daß der Mittelwert der ermittelten Widerstände bzw. der dazu proportionalen Meßgrößen berechnet wird und daß der durch die Hallsonde geleitete Strom proportional zum errechneten Mittelwert gewählt wird.

Die Empfindlichkeit S einer Hallsonde bei Vorhandensein eines magnetischen Feldes B ist definiert durch $S=I_0 \times h(T) \times [1 + a_{PH}(\sigma)]$, wobei I_0 der durch die Hallsonde geleitete Strom, $h(T)$ die von der Temperatur abhängige Hallkonstante und $a_{PH}(\sigma)$ die spannungsbedingte relative Änderung der Empfindlichkeit der Hallsonde ist, welche aufgrund des Piezohalleffektes hauptsäch-

lich von den Hauptnormalspannungskomponenten σ_{11} und σ_{22} abhängt. Es gilt: $a_{PH}(\sigma) = P_{12} \times (\sigma_{11} + \sigma_{22}) + P_{11} \times \sigma_{33}$, wobei σ_{11} , σ_{22} und σ_{33} die Normalspannungskomponenten und P_{12} und P_{11} die jeweiligen Komponenten des Piezohalltensors bedeuten. Für die Kapselung von Hallsonden in dünnen Kunststoffverpackungen liegt diese relative Änderung der Empfindlichkeit üblicherweise unter 10 %.

Wenn nun der Strom I_0 durch die Hallsonde geleitet wird, kann die Hallspannung V_H , welche in einer Richtung quer zur Richtung des Stromes I_0 abfällt, ermittelt werden als $V_H = S \times B + V_{\text{offset}}$, wobei B die Komponente des magnetischen Feldes normal auf die Oberfläche der Hallsonde und V_{offset} die Offsetspannung bedeutet, welche unter anderem abhängig ist von der Geometrie der Hallsonde und von piezoresistiven Komponenten quer zu I_0 . Dadurch, daß nun erfindungsgemäß der durch die Hallsonde geleitete Strom proportional zum Mittelwert der elektrischen Widerstände und/oder von dem elektrischen Widerstand proportionalen Meßgrößen der Hallsonde in mindestens zwei voneinander verschiedenen, vorzugsweise zueinander orthogonalen Richtungen gewählt wird, wird eine äußerst effiziente Kompensation der mechanischen Spannungen erreicht. Die Messungen der elektrischen Widerstände und/oder der dem elektrischen Widerstand proportionalen Meßgrößen in den verschiedenen Richtungen kann an den gleichen Anschlüssen der Hallsonde vorgenommen werden, welche für die Messung der magnetischen Feldstärke herangezogen werden. Alternativ können aber auch die Anschlüsse einer in der unmittelbaren Nähe angebrachten Hilfssonde, welche identisch zu dieser aufgebaut ist, verwendet werden. Die gemessenen Widerstände sind hierbei aufgrund des piezoresistiven Effektes direkt vom mechanischen Spannungszustand der Hallsonde abhängig, sodaß unmittelbar von der Änderung des Mittelwertes der Widerstände auf die Änderung der relativen Empfindlichkeit der Hallsonde geschlossen werden kann.

In bevorzugter Weise wird das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt, daß zur Ermittlung des mittleren Widerstands nacheinander ein definierter Strom über je zwei einander gegenüberliegende Anschlüsse der Hallsonde oder eine äquivalente Hilfs-

sonde geleitet wird und der Widerstand aus dem Spannungsabfall an diesen Anschlüssen errechnet wird, wobei jedoch auch unmittelbar die Spannungsabfälle, als dem Widerstand proportionale Meßgrößen, für die Mittelwertbildung und anschließende Einstellung des durch die Hallsonde geleiteten Stromes herangezogen werden können. Bei einer Messung des Spannungsabfalles in zwei voneinander verschiedenen, orthogonalen Richtungen ergeben sich somit zwei Spannungen, VAB und VCD, für deren Mittelwert gilt: $(VAB + VCD)/2 = I_{ref} \times R_0(T) \times [1 + a_{PR}(\sigma)]$. Hierbei bedeuten I_{ref} der durch die Hallsonde geleitete Meßstrom zur Ermittlung des Spannungsabfalles, $R_0(T)$ der temperaturabhängige Widerstand der Hallsonde unter spannungsfreien Bedingungen und $a_{PR}(\sigma)$ jene Komponente der spannungsabhängigen relativen Widerstandsänderung der Hallsonde, welche lediglich von den Normalspannungskomponenten abhängt. Aufgrund der Tatsache, daß für (100) Silizium für einen großen Temperaturbereich gilt: $a_{PR}(\sigma) = -a_{PH}(\sigma)$ kann unmittelbar so vorgegangen werden, daß der durch die Hallsonde geleitete Strom gleich dem Produkt aus einer temperaturabhängigen Konstante und dem Mittelwert des Spannungsabfalls gewählt wird. Dadurch, daß nun der durch die Hallsonde geleitete Strom $I_0 = G(T) \times (VAB + VCD)/2$ gewählt wird, können unmittelbar die ermittelten Werte für den Spannungsabfall herangezogen werden, wobei der schaltungstechnische Aufwand für die Bildung des Mittelwertes und die Multiplikation mit einer Konstanten überaus gering gehalten werden kann.

Insgesamt sind somit folgende Möglichkeiten für die Ermittlung der elektrischen Widerstände bzw. der dem elektrischen Widerstand proportionalen Meßgrößen gegeben: An die Hallsonde wird eine Konstantstromquelle gelegt, worauf der Spannungsabfall in der Richtung der Stromeinspeisung gemessen wird. Dies kann entweder in einem Zeitfenster, in welchem die Feldstärkemessung unterbrochen ist, geschehen oder auf einer Hilfssonde. Bei Verwendung einer Hilfssonde bzw. bei Verwendung je einer Hilfssonde für die Widerstandsmessung in einer ersten und in einer zweiten Richtung kann die Feldstärkemessung kontinuierlich erfolgen und die Empfindlichkeit kontinuierlich korrigiert werden. Als Konstantstromquelle kann natürlich auch die für die Erzeugung der

Hallspannung verwendete Stromquelle herangezogen werden. In diesem Fall kann an einer einzigen Hallsonde gleichzeitig die Hallspannung und der Spannungsabfall bzw. der Widerstand in einer Richtung gemessen werden. Zur Ermittlung des Widerstandes bzw. des Spannungsabfalls in der zweiten Richtung muß entweder in einem zweiten Zeitfenster die Richtung der Stromeinspeisung geändert werden oder eine zweite Hallsonde herangezogen werden. Schließlich besteht auch die Möglichkeit der Verwendung von Hallsondenpaaren. Ein Hallsondenpaar setzt sich hierbei aus zwei Hallsonden zusammen, bei welchen die Anschlüsse zur Einspeisung des Stromes und zur Abnahme der Hallspannung um 90° zueinander verdreht angeordnet sind. Die direkte Messung des mittleren Widerstandes kann erfindungsgemäß auch ersetzt werden durch die Messung der Hallspannungen wenigstens eines Hallsondenpaares, wobei ein Hallpaar von einer Konstantstromquelle und ein zweites Hallpaar von einer Konstantspannungsquelle gespeist wird und unter Anwendung des Ohm'schen Gesetzes unmittelbar auf den Widerstand der Hallsonden in den zwei zueinander orthogonalen Richtungen geschlossen werden kann. Die Verwendung von Hallsondenpaaren kann wieder durch entsprechende, aufeinanderfolgende Messung an einem einzelnen Hallelement ersetzt werden.

Wie bereits erwähnt kann für die meisten Anwendungsfälle in bevorzugter Art und Weise so vorgegangen werden, daß die Widerstände bzw. die dazu proportionalen Meßgrößen lediglich in zwei normal zueinander liegenden Richtungen ermittelt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann für Hallsonden der verschiedensten Arten, der verschiedensten Formen und der verschiedensten Abmessungen Verwendung finden. Bei Hallsonden mit unterschiedlichen Kantenlängen wird das erfindungsgemäße Verfahren jedoch bevorzugt so durchgeführt, daß als Mittelwert der Widerstände bzw. der dazu proportionalen Meßgrößen der nach der jeweiligen Kantenlänge der Hallsonde gewichtete Mittelwert gewählt wird. Dadurch wird dem Umstand Rechnung getragen, daß der Widerstand der Hallsonde nicht nur von den mechanischen Spannungen, sondern auch von ihrer Länge in der jeweiligen Meßrichtung abhängt. Wie bereits erwähnt, stellt das erfindungsgemäße Verfahren nur geringe Anforderungen an die Kompensationsschaltungsanordnung,

in besonders einfacher Weise wird hiebei so vorgegangen, daß bei aufeinanderfolgender Einzelmessung die Mittelwertbildung über einen Abtast- und Haltekreis realisiert wird. Dabei werden die analogen Widerstands- bzw. Spannungssignale zu bestimmten Zeitpunkten abgetastet und bis zum nächsten Zeitpunkt einer Abtastung gespeichert. In einfacher Weise können die Zeitpunkte der Abtastungen von den selben Taktsignalen gesteuert werden, wie sie für die üblicherweise verwendete Offsetkompensation von Hallsonden herangezogen werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer in der Zeichnung schematisch dargestellten Hallsonde näher erläutert. In dieser ist Fig. 1 eine Seitenansicht einer Hallsonde und Fig. 2 eine Draufsicht auf die Hallsonde gemäß Fig. 1.

In Fig. 1 ist mit 1 eine Halbleitersubstrat bezeichnet, in welchem eine Hallsonde 2 ausgebildet ist. Auf die Hallsonde 2 wirkt nun ein magnetisches Feld entsprechend der Pfeile 3, dessen Feldstärke gemessen werden soll.

In Fig. 2 sind nun die Anschlüsse A, B, C und D der Hallsonde ersichtlich. Zur Messung der magnetischen Feldstärke wird ein definierter Strom I_0 über die Anschlüsse A und B der Hallsonde durch diese geleitet und die zwischen den Anschlüssen C und D abfallende Spannung gemessen. Die Hallspannung VCD ist hiebei jedoch von äußeren Spannungseinflüssen abhängig, welche durch das erfindungsgemäße Verfahren kompensiert werden sollen. Hierfür wird zunächst der Widerstand der Hallsonde in zwei voneinander verschiedenen Richtungen gemessen, wobei zu diesem Zweck ein Referenzstrom über die Anschlüsse A und B durch die Sonde geleitet wird und aus dem Spannungsabfall an den Anschlüssen A und B auf den Widerstand in der Richtung von A zu B der Hallsonde geschlossen werden kann. Auf die gleiche Art und Weise wird der Widerstand der Hallsonde in der Richtung C-D gemessen, wozu wiederum über die Anschlüsse C und D ein Strom durch die Hallsonde geleitet wird und der Spannungsabfall an den Anschlüssen C und D gemessen wird. Anschließend wird der Mittelwert der beiden ermittelten Widerstandswerte in einer Auswerteschaltung 4 errechnet, wobei der während der Magnetfeldmessung durch die Hallsonde geleitete Strom I_0 entsprechend dem errech-

neten Mittelwert proportional angepaßt wird. Die entsprechende Steuerleitung ist mit 5 bezeichnet.

Insgesamt wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf einfache Art und Weise eine wirksame Kompensation von Spannungseinflüssen erreicht, wobei der für die Kompensation zusätzlich notwendige Stromverbrauch äußerst gering gehalten werden kann. Der für die Widerstandsmessung notwendige Strom ist hierbei äußerst gering und auch die schaltungstechnisch sehr einfach gestaltete Auswerteschaltung benötigt keine nennenswerten Strommengen. Wie aus dem obigen Beispiel unmittelbar ersichtlich ist, sind für die Kompensationsschaltung keine zusätzlichen Anschlüsse auf der Hallsonde erforderlich und auch der Platzbedarf für die Kompensationsschaltung ist äußerst gering.

A n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Kompensieren von mechanischen Spannungen für die Messung der magnetischen Feldstärke mittels Hallsonden, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Widerstand und/oder eine dem elektrischen Widerstand proportionale Meßgröße der Hallsonde in mindestens zwei voneinander verschiedenen Richtungen ermittelt wird, daß der Mittelwert der ermittelten Widerstände bzw. der dazu proportionalen Meßgrößen berechnet wird und daß der durch die Hallsonde geleitete Strom proportional zum errechneten Mittelwert gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des mittleren Widerstands nacheinander ein definierter Strom über je zwei einander gegenüberliegende Anschlüsse der Hallsonde oder eine äquivalente Hilfssonde geleitet wird und der Widerstand aus dem Spannungsabfall an diesen Anschlüssen errechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des mittleren Widerstandes ein Referenzstrom über mindestens ein Hallsondenpaar, bestehend aus zwei hintereinander geschalteten Hallsonden mit zueinander orthogonaler Stromspeisung, geleitet wird und der mittlere Widerstand aus den Spannungsabfällen an den Anschlüssen der Hallsondenpaare errechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß als dem Widerstand proportionale Größen die Spannungsabfälle an den Anschlüssen der Hallsonde gewählt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Hallsonde geleitete Strom gleich dem Produkt aus einer temperaturabhängigen Konstante und dem Mittelwert des Spannungsabfalls gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände bzw. die dazu proportionalen Meßgrößen in zwei normal zueinander liegenden Richtungen ermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Widerstands die Hallspan-

nungen wenigstens eines Hallsondenpaares sowohl bei Strom- als auch bei Spannungseinspeisung herangezogen werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittelwert der Widerstände bzw. der dazu proportionalen Meßgrößen der nach der jeweiligen Kantenlänge der Hallsonde gewichtete Mittelwert gewählt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelwertbildung über einen Abtast- und Haltekreis realisiert wird.

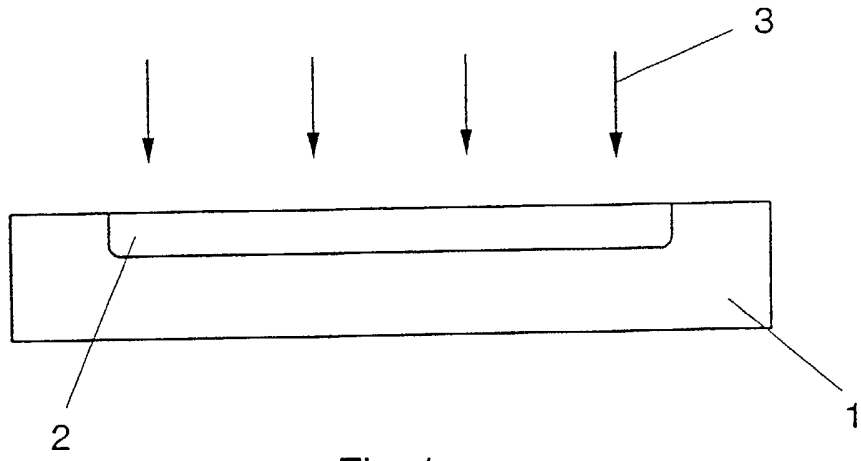


Fig. 1

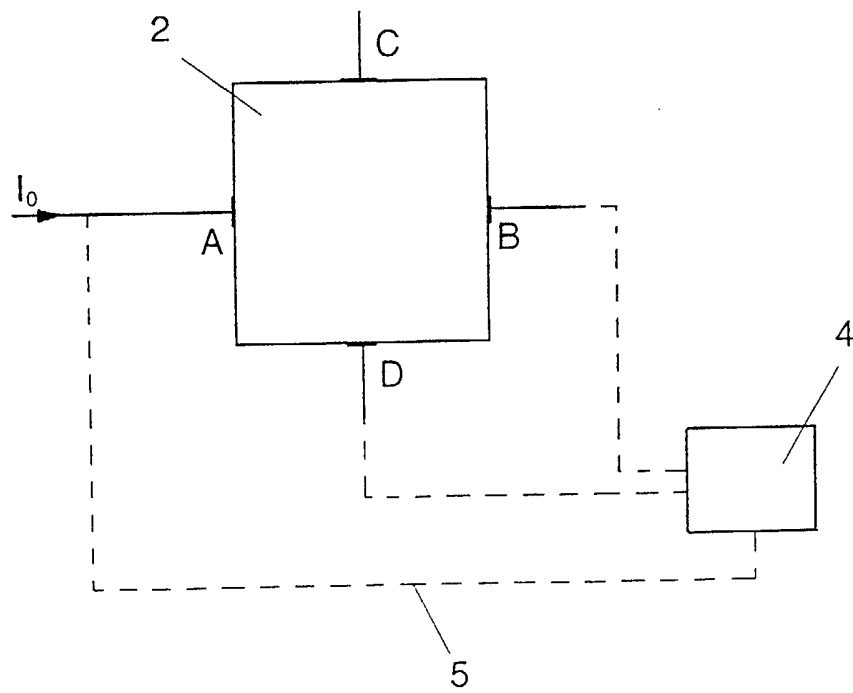


Fig. 2



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95
 TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A
 Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW
 UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

RECHERCHENBERICHT

zu 15 GM 329/2000 - 1,2

Ihr Zeichen: 37262

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁷ : G01R 33/07

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G01R

Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, PAJ

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 12 Uhr 30, Dienstag 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 01 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 153) **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 01 / 534 24 - 725.

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich)) | Betreffend Anspruch |
|-----------|---|------------------------|
| A | DE 44 31 703 C2 (Deutsche ITT Industries GmbH) 28-03-1996 siehe Zusammenfassung, Beschreibung Spalte 1, Zeilen 18-40, Ansprüche 1,2 | 1-9 |
| A | DE 43 02 342 A1 (EL-MOS Elektronik) 29-07-1993 Siehe Beschreibung, Seite 1, Zeilen 20-23, 40-8, Seite 2, Zeilen 15-33; Fig. 3, 5, Ansprüche 1-5 | 1-9 |
| A | US5055768 A (PLAGENS) 08-10-1991 Siehe Zusammenfassung, Anspruch 1, Fig. 1,2 | 1-9 |

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur **raschen Einordnung** des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):

„A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

„Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für den Fachmann naheliegend** ist.

„X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.

„P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)

„&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;
 EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;
 RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);
 WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 27-04-2001

Prüfer: Mayer