



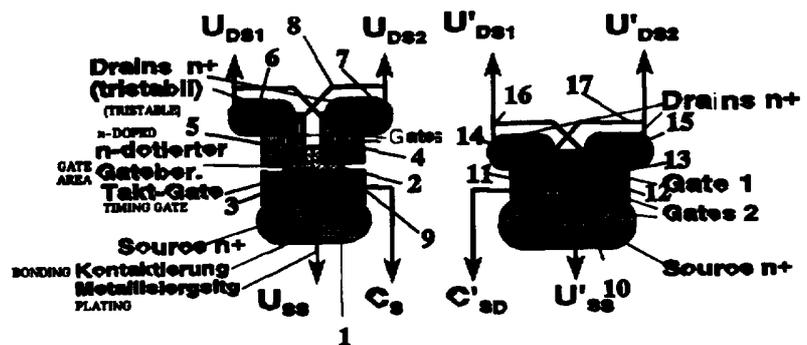
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01L 29/82</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/08041</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. März 1996 (14.03.96)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/01195</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. September 1995 (01.09.95)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 44 31 299.7 2. September 1994 (02.09.94) DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: HENTSCHKE, Siegbert [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 87, D-34132 Kassel (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>	

(54) Title: INTEGRATED DIGITAL MAGNETIC FIELD DETECTORS

(54) Bezeichnung: INTEGRIERTE DIGITALE MAGNETFELD-DETEKTOREN

(57) Abstract

Existing semiconductor magnetic field sensors are based on the analog Hall effect. Noise and sensor surface size thus limit measurement sensitivity. The described digital magnetic field sensor consists of tristable double drain Si- or GaAs transistors that jump from a state to another state among two stable states depending on the presence of a vertical magnetic field on a microscopically small surface. Direct digitalisation at the measurement site in the ns range avoids a sensitivity increase by excluding further noise influences. Besides this advantage, this principle allows an increased miniaturisation along with a very precise production process. Several thousand digital sensors may be arranged next to each other on a small semiconductor chip surface, so that time and space distributions of a magnetic field may be digitally measured in the ns- μm^2 range. This allows a digital video magnetic head to be designed with which video recorders may for the first time record and play back digital studio-quality video signals on conventional tapes. Also disclosed is the design of a miniaturised digital compass.



EXAMPLES OF MAGFET TOGGLE SWITCH LAYOUT
Layoutbeispiele für MAGFET-Klappschalter;
 LEFT: CIRCUIT IN CURRENTLESS STATE
links: Schaltung aus stromlosen Zustand,
 RIGHT: CIRCUIT IN LIVE STATE
rechts: Schaltung aus stromführenden Zustand.

(57) Zusammenfassung

Existierende Halbleiter-Magnetfeldsensoren basieren auf dem analogen Halleffekt. Dadurch beschränken Rauschen und Sensorflächengröße die Meßempfindlichkeit. Der hier vorgestellte Entwurf eines digitalen Magnetfelddetektors besteht aus tristabilen Doppeldrain-Transistoren in Si- oder GaAs, die aus einem Zustand, abhängig vom Vorhandensein eines vertikalen Magnetfeldes auf einer mikroskopisch kleinen Fläche, in einen von zwei stabilen Zuständen springen. Die direkte Digitalisierung am Meßort im ns-Bereich bewirkt durch Vermeidung weiterer Rauscheinflüsse Empfindlichkeitssteigerungen. Neben diesem Vorteil erlaubt dieses Prinzip eine mit der Herstellungsprozeß-Präzision einhergehende weitere Miniaturisierung. Auf einer kleinen HL-Chipfläche können mehrere tausend digitale Sensoren nebeneinander angeordnet werden, so daß die zeitliche und örtliche Verteilung eines Magnetfeldes im ns- μm^2 -Bereich digital vermessen werden kann. Dies erschließt die Realisierung eines digitalen Video-Magnetkopfes, mit dem erstmalig Videorekorder auf herkömmlichen Bändern die digitalen Studio-Videosignale aufzeichnen und wiedergeben können. Darüber hinaus wird der Aufbau eines digitalen Kompasses mit kleinsten Abmessungen gezeigt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Integrierte Digitale Magnetfeld-Detektoren

Integrierte Digitale Magnetfeld-Detektoren: Die Erfindung betrifft die schnelle elektrische digitalisierte Detektion, Messung und integrierte Auswertung von Magnetfeldern mittels speziellen Feldeffekt-Transistorstrukturen.

STAND DER TECHNIK: Der Entwurf von integrierten (intelligenten) Magnetfeldsensoren ist Gegenstand zahlreicher Aktivitäten: Unter Ausnutzung des Hall-Effekts werden geeignete Materialien mit hoher Elektronenbeweglichkeit wie GaAs speziell strukturiert und hergestellt [2],[7],[17] während andererseits mit kommerziell einsetzbaren Si-Technologien der Schritt zu vermarktbareren Produkten genommen wird [16],[6],[8]. Die Realisierungsprinzipien des Magnetfeldtransistoren (MT) mit zwei Transistoren und der entsprechenden Feldeffekt-Transistoren (MAGFET) sind seit über 10 Jahren bekannt; verschiedenste Ausführungen wurden vermessen und analysiert [3],[9]. Den physikalischen Stand der Technik über integrierte Magnetfeldsensoren stellten Baltes und Popovic 1986 in einer Übersicht zusammen [10]. In der Zwischenzeit wurden zahlreiche Magnetfeldsensoren (MFS) integriert hergestellt, vermessen und auch mit Leistungsmerkmalen verglichen - in Bezug auf das Rauschverhalten und in Abhängigkeit von der Temperatur [4], [12], auch für Standard-Si-Prozesse.

Für die stark expandierende Branche der magnetischen Massenspeicher werden dabei bereits Magnetköpfe auf Si-Halbleiterbasis eingesetzt [6]. Eine Steigerung der Detektionsgeschwindigkeit, der Empfindlichkeit, und vor allem des Integrationsgrades ist heute von großem Interesse. Um die Empfindlichkeit bei der analogen Magnetfelddetektion zu steigern, wurden auch magnetisch veränderliche Materialeigenschaften ausgenutzt in einem magnetisch gesteuerten Oszillator (MCO) [18]. Die Verarbeitung der analog erfaßten Magnetsignale erfolgt in der Regel später digital. Deshalb werden rauscharme, empfindliche Transistorschaltungen benötigt [5],[9], um danach mittels konventioneller A/D-Wandler in digitale Signale umgewandelt zu werden. Könnte man die Digitalisierung noch weiter nach vorn an die Sensorstelle direkt verlagern, würde man viele analoge Probleme über etwas mehr digitale Logik lösen können. Wie dies möglich ist,

- 2 -

wird in diesem Beitrag aufgezeigt. Vor allem durch die denkbaren Komplexitätssteigerungen beim Einsatz von Sub- μ Technologien können neue Sensor-Leistungsklassen erschlossen werden: Durch die Vervielfältigung von optimierten Magnetfeldsensorzellen zu einem Array können Miniaturmagnetfelder mehrdimensional vermessen werden. Die Applikationsbreite reicht dabei von der genauen Ortspositionsvermessung in Mechanik und Robotik [8],[13] bis zur Datenspeicher- und Videotechnik.

Ein Doppeldraintransistor zur rauscharmen Vermessung von Magnetfeldern kleiner Ausdehnung ist aus [20] bekannt. Im Gegensatz zu der im folgenden dargestellten Anordnung zur digitalen Detektion wird in diesem Doppeldraintransistor eine analoge Verarbeitung der Signale hinter zwei Floating Gates vorgenommen.

PROBLEMSTELLUNG: Der Erfindung liegt die grundsätzliche Aufgabe zugrunde, ein ruhendes oder schnell veränderliches Magnetfeld von minimalster Ausdehnung im μm^2 -Bereich und darunter digital zu detektieren.

Dabei soll es darüber hinaus möglich sein, mehrere tausend Sensorzellen auf einem Halbleitermaterial nebeneinander anzuordnen und parallel auszuwerten.

LÖSUNG: Die genannte grundsätzliche Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen (1) oder (2) genannte Anordnung (vgl. Fig. 3a und 3b) gelöst. Die gleiche Aufgabe wird durch eine technologische Variante gelöst, die in den Ansprüchen (13) oder (14) angegeben sind (vgl. Fig.5).

Die bei der Realisierung einer Magnetfeld-Doppeldrain-Transistorzelle durch technologische Toleranzen verursachten Unsymmetrien können elektrisch kompensiert werden durch die in Anspruch (2) genannte Schaltung (vgl. Abb.1a). Die für eine CMOS-Technologie einsetzbare komplementäre Schaltung der Lasttransistoren kann entsprechend Anspruch (4) ausgeführt werden.

Eine adaptive Symmetrisierung kann auch dadurch erzielt werden, daß das gemeinsame Taktgate (3) bzw. (13) in zwei parallele, elektrisch separierte Metall-Gates aufgespalten

wird, die nur durch enge Oxidschichten voneinander getrennt sind, so daß durch geringfügigen zeitlichen Taktflankenversatz eine elektronische Symmetrisierung vorgemmen werden kann entsprechend Anspruch (5).

5 Eine weitere Kombination, bei der auch die Lasttransistoren als komplementäre Magnetzelle ausgeführt sind, ist in Anspruch (6) aufgeführt. Weitere Ausgestaltungen, mit einer Auswertelogik an den Ausgängen der Magnetzelle bzw. mit einem zusätzlichen Magnetfeldkonzentrator, bei der die Intensität eines Magnetfeldes (inklusive Vertrauensintervall) angezeigt werden kann, ist in den Ansprüchen (7) und (8) genannt.

10

Ein weitreichendes Applikationsfeld erschließt die Platzierung ganzer Arrays von Magnetfeld-Detektorzellen auf einem Chip, die dann insbesondere für digitale Videomagnetköpfe verwendet werden können. Derartige Lösungen sind in den Ansprüchen (9), (10), (11), (16) und (17) formuliert.

15

Eine asynchrone Ausgestaltung unter Einbeziehung einer logischen Rückkopplung zu einem Magnetfeldsensiblen Ringoszillator ist in Fig. 6 a) und b) dargestellt und in Anspruch (15) formuliert.

20

GEWERBLICHE ANWENDUNGEN DES DIGITALEN MAGNETFELDEDEKTORS: Wie im folgenden näher dargestellt, kann die Erfindung eingesetzt werden für neuartige adaptivve digitale Videomagnetköpfe, für Daten-Leseköpfe in magnetischen Festplatten, sowie für Magnetfelddicke-Messer und Miniaturkompaß. Die Anwendungen werden jeweils im Bezug auf den Stand der Technik dargestellt und die vorteilhaften Verbesserungen werden spezifi-

25

ziert.

30

Digitaler Video-Magnetkopf: Analoge TV-Signale werden heute auf 1/2-Zoll-Bänder in schrägen Spuren mit einer Breite von $40 \mu\text{m}$ bei einer magnetischen Wellenlänge von $0,6 \mu\text{m}$ aufgezeichnet. Unter Verwendung einer heute verfügbaren Submikron-Technologie ist es möglich, das magnetfeldempfindliche Fenster unter dem Taktgate auf eine Fläche von $0,5 \times 1 \mu\text{m}$ zu beschränken und eine Reihe von 1248 digitaler Magnetfelddetek-

torzellen im Abstand von $2 \mu\text{m}$ anzuordnen. Werden zwei Reihen hiervon versetzt nebeneinander im Layout realisiert, wie in Fig. 4 gezeigt, so lassen sich digitale Videosignale, die auf einer viel schmäleren Spur von $4 \mu\text{m}$ gespeichert sind, magnetisch parallel lesen - ohne daß ein rotierender Kopf eingesetzt werden muß: Je drei Detektoren
5 tasten dann mit einer Überabtastfrequenz von 52 MHz eine Spur ab. Dort, wo der Übergang von einer Spur zur nächsten hinfällt, wird der Detektor adaptiv abgeschaltet. Die Takt- und Spurerkennung der aufgezeichneten Signale wird "on chip" mittels digitaler PLL-Schaltungen (Phase Locked Loop) durchgeführt. Damit kann bei einer etwa doppelt so hohen Bandgeschwindigkeit auf einem normalen VHS-Band die digitale
10 Fernsehstudioqualität gespeichert und gelesen werden. Dies erfordert natürlich auch die Entwicklung von Schreibköpfen mit schmäleren Spuren. Das Hauptproblem der mechanischen Spurpräzision wird jedoch erfindungsgemäß durch die elektronisch adaptive Spurerkennung auf dem hier beschriebenen digitalen Video-Magnetkopf gelöst.

15 **Der digitale Doppel-Ringoszillator als Magnetfeldmesser:** Um möglichst viele magnetfeldabhängige Entscheidungen, d.h. Kippvorgänge in kurzer Zeit ausführen zu können, wird in einer zusätzlichen Logikschaltung festgestellt, ab wann ein Kippvorgang eindeutig auswertbar ist. Über die Rückführung wird dann sofort das Takgate-Potential geändert. Sind die Drains dann wieder in der Ausgangssituation, wird erneut das Takgate-
20 Potential sofort geändert. Dieser Vorgang wird dauernd mit der höchstmöglichen Geschwindigkeit ausgeführt. Eine solche Ringoszillatorschaltung ist für eine serielle Magnetfeld-Detektorzelle nach Fig. 5a) in dem Schaltbild in Fig. 6a) angegeben - entsprechend für die parallele Detektorzelle in Fig. 6b).

25 Tritt an der Detektorzelle des Ringoszillators ein sehr starkes Magnetfeld auf, so weist der eine Oszillatorausgang O_{s1} die höchste Frequenz auf (über 100 MHz mit heutiger Standardtechnologie), während der zweite Oszillatorausgang O_{s2} die Frequenz Null aufweist. Ändert sich die Polarität des Magnetfeldes, so vertauschen sich die Frequenzen auf O_{s1} und O_{s2} . Ist kein Magnetfeld vorhanden, so haben beide Oszillatorausgänge
30 gleiche Frequenzen, die etwas niedriger als die Hälfte der höchsten Frequenz sind. Zählt man die Änderungen auf beiden Oszillatorausgängen separat, so kann man durch Umrechnen direkt die Stärke eines zu vermessenden Magnetfeldes in Gauß oder Tesla

anzeigen.

Digitaler Miniaturkompaß: Im Kombination mit einem Magnetfeldkonzentrator aus hochpermeablem Material, der einen Magnetfluß von einigen mm^2 auf einige μm^2 auf das Taktgate konzentriert, kann dieses Oszillatorprinzip als digitaler Kompaß eingesetzt werden.

Daten-Magnetlesekopf: Das Doppel-Ringoszillator-Prinzip kann auch zur zuverlässigeren Abtastung digitaler Signale auf Festplatten verwendet werden, wobei eine asynchrone Überabtastung eingesetzt werden kann, bei der die interne Verarbeitung mit einer sehr hohen Taktfrequenz ausgeführt werden kann. Wird eine große Zahl von Detektorzellen nebeneinander auf einem Chip angeordnet, so kann natürlich eine Vielzahl von Spuren parallel abgetastet werden, um die Lesedatenrate wesentlich zu erhöhen. Dabei kann wie beim o.g. Videokopf eine adaptive elektronische Spurerkennung durchgeführt werden, wodurch die mechanisch präzise Positionsführung des Lese-Kopfes vereinfacht wird und schmalere digitale Spuren möglich werden, was die Plattenkapazität erhöht.

VORTEILHAFTHE NUTZUNG GEGENÜBER DEM STAND DER TECHNIK DURCH MINIATURISIERTE DETEKTORFLÄCHE: Die Detektion derartig kleiner Magnetfeldflächen unter einem μm^2 wird erstmalig durch die hier beschriebene digitale Magnetfeld-Detektorzelle ermöglicht. Die erhebliche Verbesserung der meßbaren lokalen Auflösung eines Magnetfeldes gelingt erfindungsgemäß durch die digitale Entscheidung auf kleinstem Raum direkt an der zu vermessenden Magnetfeldstelle - durch die dort befindlichen Elektronen selbst. Da die Halbleitertechnologie noch nicht an der physikalischen Miniaturisierungsgrenze angekommen ist, lassen sich auch mit dieser Detektorzelle später noch höhere lokale Auflösungen erzielen, da theoretisch das gleiche Prinzip auch noch bei einem Zehntel der Fläche ebenso funktioniert, ja sogar noch höhere Frequenzen zulassen wird.

Wie der dargestellte Stand der Technik zeigt, ist es bislang nicht gelungen. Dennoch liefern die vielfältigen Errungenschaften der heutigen Halbleitertechnologie die Voraussetzung für innovative Lösungen zur direkten digitalen Detektion und zur integrierten

Signalauswertung. Dies bedarf jedoch der technologiespezifischen Entwicklung von Basiszellen, die dann in eine digitale oder analoge Schaltungsumgebung auf einem (CMOS, BiCMOS oder GaAs-) Chip eingebunden und simuliert werden können. Für diese Zwecke wird in dem vorliegenden Beitrag das Prinzip eines digitalen Magnetfeld-

5 Detektors vorgestellt, dessen Layoutzelle leicht mit vorhandener digitaler Logik verschaltet werden kann. Signaltheoretisch wird hierbei die Entscheidung über das Vorhandensein eines (minimalen) Magnetfeldes soweit als möglich nach vorn verlagert, so daß kaum noch ein Verstärkungsrauschen von Transistoren hinzukommen kann. Dies gelingt durch Ausbildung eines hochlabilen Zustandes in der Halbleiterregion, in der das

10 Magnetfeld detektiert werden soll, derart, daß geringste Unsymmetrien einer Ladungsverteilung zum Umkippen in einen von zwei (i.A. auch mehr) möglichen stabilen Zuständen führt. Diese 1-Bit-Information wird abgespeichert, worauf wieder erneut ein labiler Entscheidungszustand hergestellt werden kann. Dieses Abfragen wird mit einer möglichst hohen Taktfrequenz wiederholt. Dadurch daß von der labilen Anordnung her

15 eine Entscheidung erzwungen wird, reichen im Extremfall bereits die thermisch verursachten zufälligen Elektronenbewegungen für eine Entscheidung aus. Die anschließende stochastische Auswertung der so entstandenen 1-Bit-Folge erlaubt auch eine nähere Bestimmung des Magnetfeldes. Da aber das durch verschiedene Effekte verursachte zufällige Verhalten der Elektronen bekannt ist, kann aus geringfügigen Abweichungen

20 von erwarteten Häufigkeitsverteilungen auf das Einwirken eines Magnetfeldes geschlossen werden. In den meisten in der Literatur vermessenen Empfindlichkeitsgrenzen wird die durch das Magnetfeld verursachte Abweichung der Meßgröße verglichen mit dem Effektivwert des überlagerten Rauschens. Die gezielte stochastische Auswertung erlaubt jedoch auch die Angabe eines meßbaren Wertes, der viel kleiner ist als das überlagerte

25 Rauschen.

FUNKTIONSBESCHREIBUNG DER DIGITALEN MAGNETFELD-DETEKTION: Das physikalische Gesetz, das das Vorhandensein eines magnetischen Feldes in einem Halbleiter zu messen gestattet, ist die auf Ladungen wirkende Lorentzkraft. Bewegen sich die Elektronen in

30 einem Halbleiter gegenüber einem Magnetfeld, dann beschreibt der Hall-Effekt die Wirkung der Lorentzkraft. Verändert sich das Magnetfeld gegenüber freien Ladungsträgern, dann beschreibt das Induktionsgesetz die Wirkung. Beide Effekte werden in der

beschriebenen Struktur eines tristabilen Doppeldrain-Transistors ausgenutzt.

Die Grundanordnung eines seriellen tristabilen Doppeldraintransistors ist an einem Layoutbeispiel von Fig. 3a) gezeigt. Für die Funktion ist das Layout an den Anschlüssen U_{DS1} und U_{DS2} noch durch zwei Lasttransistoren zu ergänzen, die an die Versorgungsspannung U_{DD} anzuschließen sind. Die Grundanordnung besteht aus drei n-Kanälen, wobei der untere einer vom Verarmungstyp ist, d.h. am zugehörigen Gate ist eine negative Spannung anzulegen, um den Kanal zu sperren. Der magnetfeldempfindliche Doppeldrain-Transistor arbeitet in folgenden 4 Phasen:

10 1. Am Taktgate (von Fig. 1a) liegt ein gegenüber dem Sourcebereich negatives Potential, so daß der leicht n-dotierte Depletion-Kanal direkt unter dem Taktgate gesperrt ist. Beide Drainkontakte U_{DS1} und U_{DS2} haben dann ein (nahe an U_{DD} gelegenes) positives Potential, da kein Strom fließt.

 2. Beim schnellen Übergang des Potentials am Taktgate auf Nullpotential schieben (schnelle) Elektronen in den leicht n-dotierten Bereich bis zu den beiden n^+ -diffundierten Drainregionen, da aufgrund der positiven Potentiale an den beiden bis zu Drainregionen reichenden Gates sich mit Elektronen angereicherte Schichten im Halbleitermaterial gebildet haben. Die Gates sind in der Regel durch eine dünne SiO_2 Schicht vom Halbleitermaterial isoliert.

20 3. Ist ein zur Oberfläche des Taktgates senkrecht in das Material hinein gerichtetes Magnetfeld vorhanden, so werden die Elektronen bei ihrer Bewegung entsprechend der Lorentzkraft nach rechts abgelenkt, wodurch im ersten Augenblick am rechten Drain mehr Elektronen ankommen. Dadurch fällt das rechte Drain- mit dem linken Gatepotential schneller als das linke Drain- mit dem rechten Gatepotential. Das
25 scheller fallende linke Gatepotential bewirkt, daß der linke Kanal schneller gesperrt wird und das rechte Gatepotential wieder nach oben geht. Dieser Vorgang wird jetzt sofort durch die Rückkoppelung verstärkt: Das rechte Drain stabilisiert sich im niedrigen und das linke Drain im hohen Potential. Den Ausschlag für das Umkippen geben also die
30 ersten Elektronen, die schneller sein können als die nachfolgenden und demzufolge auch stärker (als im Halleffekt meßbar) abgelenkt werden. Hat das Magnetfeld die entgegengesetzte Polarisation, so kippt das linke Drain nach unten.

 4. Die Information, ob das rechte oder linke Drainpotential nach unten gefallen

ist, wird abgespeichert. Anschließend kann sofort wieder mittels eines negativen Taktpotentials die Ausgangssituation hergestellt werden, um dann aufs Neue einen vom Magnetfeld abhängigen Kippvorgang einzuleiten.

- 5 Ist kein Magnetfeld vorhanden, so leiten die thermischen stochastisch verteilten Elektronenbewegungen den Kippvorgang ein. Eine Kilibrierung mittels einer elektrischen Spannung, wie z. B. durch einstellbare Spannungen an den Gates der Lasttransistoren (vgl. Bild 1a), oder mittels zweier geringfügig versetzter Taktsignale an ein parallel aufgespaltenes Taktgate (vgl. Fig. 1b) wird dann derart vorgenommen, daß Rechts- und
10 Links-Kippvorgänge mit gleicher Wahrscheinlichkeit auftreten.

Auch bei schwachen Magnetfeldern wird die Verteilung der Kippvorgänge breit gestreut sein: Die prozentuale Abweichung von der symmetrischen Gleichverteilung kann dann bei einem längeren Beobachtungsintervall umgerechnet werden in die Stärke eines auf-
15 tretenden Magnetfeldes am Taktgate. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich das Vertrauensintervall mit steigender thermischer Energie der Elektronen und mit sinkender freien Weglänge der Elektronen zwischen den Atomen verschlechtert.

Ähnlich wie der serielle arbeitet der parallele Doppeldraintransistor, dessen Layout in Fig.
20 3b skizziert ist; er ist sozusagen das duale Modell der seriellen Anordnung. Der Unterschied liegt darin, daß der parallele Doppeldrain-Transistor aus dem stromführenden Zustand im Taktgate-Kanal schaltet. In dieser ersten Phase sind die rechts und links vom Taktgate gelegenen Steuergate-Kanäle gesperrt. Tritt ein senkrechtes Magnetfeld auf, so werden die Ströme zu den beiden Drains unsymmetrisch, so daß beim Sinken des
25 Taktgatepotentials auf Null die Anordnung in die gleiche Richtung der Unsymmetrie kippt. Vorteilhaft, d. h. die Empfindlichkeit steigernd ist dabei ein möglichst minimaler Abstand zwischen Taktgate und Steuergates. Er kann mit einem zusätzlichen Oxidationsprozeßschritt erzeugt werden, der auf das zuerst angebrachte mittlere Gate wiederum mit einer dünnen Isolierschicht belegt, so daß danach ein zweites Mal das Polisilizium der
30 beiden seitlichen Gates aufgebracht werden kann. Das zugehörige Schaltbild mit Schaltungssymbolen ist in Fig. 2a) gezeigt.

Vereinfachte Layout-Ausführungen der seriellen und parallelen Doppeldraintransistoren, die mit einer NMOS Standardtechnologie erzeugt werden können, sind in Fig.5 a) und b) skizziert. Um den Anreicherungs-Kanal unter dem Taktgate in Fig 5a) ausführen zu können, werden zwei zusätzliche, eng benachbarte leitende n^+ -Diffusionszonen angebracht, an die sich dann auch die beiden Kippgate-n-Kanäle anschließen. Im Ruhezustand liegt hier das Taktgatepotential von G1 auf Null, während der Kippvorgang dann beim Übergang zu einem hohen Potential an G1 eingeleitet wird.

10 **REALISIERUNGSMODELLE DER DIGITALEN MAGFET-ZELLE:** Anhand der folgenden Schaltbilder wird unter Verwendung bekannter Transistorsymbole das Grundprinzip noch einmal erleutert, ohne auf spezielle (im Full Custom Design) ausgeführte und optimierte Layout-Strukturen einzugehen.

15 Bild 1a) zeigt das Schaltbild einer NMOS-MAGFET-Detektorzelle mit Ladungsentscheidung, bei der die Symmetrisierung über eine Spannungssteuerung an den Lasttransistoren T1 und T2 vorgesehen ist. Die Transistoren T5 und T6 haben einen gemeinsamen Source- und Gate-Bereich. Die Transistoren T3 und T4 haben getrennte Drainregionen, aber überlappenden Gatebereich auf der Seite der Transistoren T4, T5. Im Ausgangszustand hat der Takt C Nullpotential, so daß kein Strom nach T1 und T2 fließt. Beim Anlegen des Potentials an C wird der gesamte Bereich unter den Gates von T5 und T6 leitend, so daß die Rückkopplung an die Gates von T3 und T4 zu einem labilen Zustand führt, der entweder den Drainanschluß von T3 oder T4 auf niedriges Potential kippen läßt - je nach anfänglicher Ladungsverteilung.

25

Die Schaltung in 1b) arbeitet nach dem gleichen Prinzip, mit dem Unterschied, daß die Symmetrierung über geringfügig veränderbare Taktanstiegszeitpunkte von C1 und C2 vorgenommen wird. Beide Gate-Metallisierungen von T5 und T6 müssen deshalb auch getrennt sein. Die CMOS-Ausführung erfordert die beiden p-MOS-Transistoren T7 und T8 zusätzlich, die aber mit T1 bzw. T2 einen gemeinsamen Sourcebereich haben können.

30

Bild 1c) stellt eine weitere CMOS-Ausführung dar, bei der auch die komplementären p-Transistoren einen gemeinsamen Basisbereich aufweisen, der eine Ladungsunsymmetrie aufgrund eines Magnetfeldes erlaubt.

- 5 Bild 2a) stellt eine NMOS-Detektorzelle dar, bei der der labile Zustand aus dem stromführenden Zustand heraus erzeugt wird. Dabei überdeckt das am Takt C angeschlossene isolierte Gate-Metall die mittleren Gateregionen der Transistoren T3 und T4. Geht C auf Nullpotential, so führt entweder das rechte oder das linke rückgekoppelte Gate zu einem leitenden Zustand - je nach Unsymmetrie des Stromes beim Umschalten. Die Ausgangs-
10 symmetrisierung wird dabei wieder durch Steuerung der Lasttransistoren vorgenommen.

Eine CMOS-Ausführung zeigt Bild 2b), bei dem die Schaltungssymmetrisierung wieder über zwei getrennte und geringfügig im Takt versetzbare Gate-Anschlüsse elektrisch vorgenommen werden kann. Der Kippvorgang wird hier wieder beim Übergang von
15 hohen zum Nullpotential des Taktes ausgelöst.

Eine weitere Ausführung, die aus dem stromführenden Zustand schaltet, zeigt Bild 2c). Zwei parallele niederohmige Lasttransistoren erzwingen dabei den Startzustand.

- 20 Die hier gezeigten Testzellen in NMOS und CMOS beschränken sich zunächst nur auf die Ausmessung des Einflusses senkrechter Magnetfelder. Unter Zugrundelegung einer bipolaren Si-Technologie oder GaAs-Technologie werden später auch laterale Digitalisierungs-Magnetfeld-Detektorzellen entworfen, von denen sogar zwei orthogonal arbeitende lokal derart verknüpft werden können, daß die laterale Richtung eines Feldes mit
25 detektiert werden kann.

Literatur

- [1] *N.Mathieu, P.Giordano, A.Chovet*: Si MAGFETs Optimized for Sensitivity and
30 Noise Properties. Sensors and Actuators A.32 (1992), pp. 656-660.
[2] *R.Campesato, C.Flores*: GaAs Hall Sensors Made by the MOCVD Technique. Sensors and Actuators A.32 (1992),pp. 651-655.

- [3] *A.Nathan, K.Maenaka, W. Allegretto, H.Baltes, T.Nakamura*: The Hall Effect in Integrated Magnetotransistors. IEEE Transactions on Electron Devices. VOL.36, No.1 (1989), pp.108-117.
- [4] *A.Chovet, N.Mathieu*: Noise and Resolution of Semiconductor Integrated Magnetic Sensors. Sensors and Actuators A.32 (1992), pp. 682-687.
- [5] *R.Gomez, A.A.Abidi*: A 50 MHz CMOS Variable Gain Amplifier for Magnetic Data Storage Systems. IEEE Journal of Solid-State Circuits. VOL. 27, No.6 (1992), pp. 935-939.
- [6] *R.K.Williams, A.Chang, M.E.Cornell, B.Concklin*: Design and Operation of a Fully Integrated BiC/DMOS Head-Actuator PIC for Computer Hard-Disk Drives. IEEE Transactions on Electron Devices. VOL. 38, No.7 (1991), pp. 1590-1599.
- [7] *Y.Sugiyama, H.Soga, M.Tacanao, H.P.Baltes*: Highly Sensitive Split-Contact Magnetotransistor with AlAs/GaAs Super Lattice Structure. IEEE Transactions on Electron Devices. Vol. ED-36 (1989), pp.1639-1643.
- [8] *H.Jasberg*: Differential Hall IC for Gear-tooth Sensing: Sensors and Actuators, A21-A23 (1990), pp. 737-742.
- [9] *K.Hölzlein, J. Larik*: Silicon Magnetic Field Sensor with Frequency Output. Sensors and Actuators A, 25-27 (1991), pp. 349-355.
- [10] *H.B.Baltes, R.S.Popovic*: Integrated Semiconductor Magnetic Field Sensors. Proc. IEEE, Vol. 74 (1986), pp. 1107-1132.
- [11] *E. Donzier, O.Lefort, S.Spirkovitch, F Baillieu*: Integrated Magnetic Field Sensor. Sensors and Actuators A, 25-27 (1991), pp. 357-361.
- [12] *R.Castagnetti, H. Baltes, A. Nathan*: Noise Correlation and Operating Conditions of Dual-collector Magnetotransistors. Sensors and Actuators A, 25-27 (1991), pp. 363-367.
- [13] *A.Bossche, J.R.Mollinger*: On-chip Metal Deformation Measurements: a Magnetic Approach. Sensors and Actuators A, 21-22 (1990), pp. 754-757.
- [14] *A.Nathan, H.P.Baltes*: Integrated Silicon Magnetotransistors: High Sensitivity or High Resolution. Sensors and Actuators A, 21-23 (1990), pp. 780-785.
- [15] *S.Hentschke, A.Herrfeld, N. Reifschneider*: Anti-Alias Analog-digital-Wandlung

mit rekursiver Rauschfilterung. FREQUENZ, Zeitschrift für Telekommunikation. Bd.46, H. 11-12 (1992).

- 5 [16] *K.Maenaka, M.Tsukahara, T. Nakamura*: Monolithic Silicon Magnetic Compass. Sensors and Actuators A. 21-23 (1990), pp. 747-750. < 0.1T, 6°genau, mit Intensitäts-
angabe >
- [17] *N.Mathieeu, A.Chovet, R.Fauquembergue, P. Descherdeer, A.Leroy*: New GaAs Integrated Magnetic-field Sensors with High Sensitivities. Sensors and Actuators A, 25-27 (1991), pp. 741-745.
- 10 [18] *U.Barjenbruch*: A novel highly sensitive magnetic sensor. Sensors and Actuators A 37-38 (1993), pp.466-470.
- [19] *R.Gottfried, G. Zimmer*: CMOS-compatible Magnetic Field Sensors Fabricated in Standard and in Silicon on Insolation Technology. Sensors and Actuators A, 25-27 (1991), pp. 753-757.
- 15 [20] *Francis J. Kub*: Floating Gate Magnetic Field Sensor. US-Patent 5,083,174 (1992).

Patentansprüche

1. Magnetfeld-Doppeldrain-Feldeffekttransistor (MAGFET) in NMOS, CMOS, BiCMOS
5 oder GaAs-Halbleiter-Technologie, dadurch gekennzeichnet, daß, von einer gemeinsamen n+ Source-Region (1) ausgehend, sich zunächst ein Gate (3) (Taktgate) mit einer n-implantierten Schicht (2) anschließt und daran sich zwei separate Gates (4, 5) vom Ende der n-Schicht (2) aus parallel zu zwei separaten Drainregionen (6, 7) fortsetzen, die zwei Enhancement-Feldeffekttransistoren bilden und daß der rechte Drainkontakt (an
10 7) mit dem linken Gate (5) und der linke Drainkontakt (an 6) mit dem rechten Gate (4) elektrisch leitend verbunden ist (vgl. Fig. 3a).

2. Magnetfeld-Doppeldrain-Feldeffekttransistor (MAGFET) in NMOS, CMOS, BiCMOS
15 oder GaAs-Halbleiter-Technologie, dadurch gekennzeichnet, daß, von der Mitte der gemeinsamen n+ Source-Region (10) ausgehend, ein Enhancement Gate (13) (Taktgate) zu zwei separaten Drainregionen (14, 15) ausgebildet ist und auf beiden Seiten von diesem Gate (13) je ein weiteres (Enhancement-) Gate (11, 12) zu jeder Drainregion in einem minimalen Abstand vom mittleren Gate (13) angebracht ist und daß der rechte Drainkontakt (an 15) mit dem linken Gate (11) und der linke Drainkontakt (an 14) mit
20 dem rechten Gate (12) elektrisch leitend (über 17 bzw. 16) verbunden ist (vgl. Fig. 3b).

3. Digitale Magnetfeld-Detektorzelle (MAGFEZ) mit einer Anordnung entsprechend Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Drainkontakt separat über einen n-
25 MOS-Transistor an die Versorgungsspannung U_{DD} angeschlossen ist und bei denen deren Gates entweder starr an die Versorgungsspannung gelegt sind oder (entsprechend Fig. 1a oder 2a) an zwei zur Symmetrisierung geregelte Spannungen gelegt sind.

4. Digitale MAGFEZ nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lasttransistoren an den Drains als komplementäre p-MOS-Transistoren ausgeführt sind, bei
30 denen das Gate des linken Lasttransistors mit dem linken Gate des vorhandenen Transistors und entsprechend das Gate des rechten Lasttransistors mit dem rechten vorhande-

nen Gate verbunden ist.

5 5. Digitale MAGFEZ nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Taktgate (3) im Magnetfeld-Doppeldrain-Transistor in zwei parallele Teile aufgespalten ist, die einen minimalen (Oxid-) Isolierabstand aufweisen und zur Symmetrisierung mit zwei minimal unterschiedlichen, geregelten Taktsignalen angesteuert werden können.

10 6. Digitale MAGFEZ nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auch die komplementären p-MOS Lasttransistoren als magnetfeldempfindliche Doppelsource-Anordnung mit parallelen Taktgates und Lasttransistorengates aufgebaut sind (vgl. Fig. 1c).

15 7. Stochastische digitale MAGFEZ nach Anspruch 3; 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Taktgate (3 bzw.13) mit einer für den Kippvorgang ausreichenden, aber möglichst hohen Taktfrequenz angesteuert wird und die Drinausgänge (U_{DS1} und U_{DS2} in Fig.3) an einen Up-down-Counter angeschlossen sind, bei dem der Stand nach gewählten n Taktperioden ein Maß für die Intensität des Magnetfeldes ist.

20 8. Stochastische digitale MAGFEZ nach Anspruch 7 als digitaler Kompaß, dadurch gekennzeichnet, daß ein hochpermeabler Magnetfeldkonzentrator senkrecht zum Taktgate (z.B. konisches μ -Metall, dessen Querschnittsfläche sich zum Gate hin um ein Vielfaches, z. B. Faktor 1000 verkleinert) ein kleines Magnetfeld auf die mikroskopisch kleine Entscheidungsfläche konzentriert.

25 9. Digitale MAGFEZs nach Anspruch 4,5,6 oder 7 als digitaler Videokopf, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Arrays von z.B. 1248 digitalen Magnetfeldzellen (21), in denen die Sensorzellen einen Pitchabstand von etwa $2 \mu\text{m}$ aufweisen und die Arrays einen Abstand von mehreren μm haben können, auf einem Chip nebeneinander angeordnet sind und die digitalen, etwa $4 \mu\text{m}$ breiten Spuren auf einem Magnetband adaptiv mit
30 etwa je drei aktiven Zellen (19) digital abgetastet werden können (vgl. Fig. 4).

10. Digitaler Magnetkopf nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß anstatt zwei

Arrays mehr angeordnet werden und die Anzahl der Zellen insgesamt und je Spur davon abweicht.

11. Digitale MAGFEZs nach Anspruch 4,5,6 oder 7 als Flächen-Magnetfeld-Messer, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Arrays wie in Anspruch 10 nebeneinander (auch bis über 10.000 Einzelzellen) angeordnet sind und den Verlauf eines senkrecht zum Chip verlaufenden Magnetfeldes - auch schnelle zeitliche und hochaufgelöste örtliche Felder, vermessen können.
12. Magnetfeld-Doppeldrain-Feldeffekttransistor MAGFET nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß anstatt von n-Kanal-Doppeldrain-Transistoren p-Kanal-Doppeldrain-Transistoren verwendet werden, wobei die Begriffe Source und Drain vertauscht werden können.
13. Magnetfeld-Doppeldrain-Feldeffekttransistor (MAGFET) in NMOS, CMOS, BiCMOS oder GaAs-Halbleiter-Technologie, dadurch gekennzeichnet, daß, von einer gemeinsamen n+ Source-Region (24) ausgehend, sich zunächst ein Enhancement-n-Kanal unter dem Taktgate (29) anschließt und daran sich zwei separate Gates (31, 32) vom Ende der n-Schicht (24, 25) aus parallel zu zwei separaten Drainregionen (27, 28) fortsetzen, die zwei Enhancement-Feldeffekttransistoren bilden und daß der rechte Drainkontakt (an 28) mit dem linken Gate (31) und der linke Drainkontakt (an 27) mit dem rechten Gate (30) elektrisch leitend verbunden ist (vgl. Fig. 5a).
14. Paralleler Magnetfeld-Doppeldrain-Feldeffekttransistor in NMOS, CMOS, BiCMOS oder GaAs-Halbleiter-Technologie, dadurch gekennzeichnet, daß, von der gemeinsamen n+ Source-Region (32) drei parallele Gates (35, 36, 37) ausgehen zu zwei separaten Drainregionen (33, 34) und auf beiden Seiten von mittleren Gate (37) je ein weiteres (Enhancement-) Gate (35, 36) zu jeder Drainregion(33, 34) in einem minimalen Abstand vom mittleren Gate (37) angebracht ist, derart daß nur dieses beide Drainregionen (33, 34) erreicht und daß der rechte Drainkontakt (an 34) mit dem linken Gate (36) und der linke Drainkontakt (33) mit dem rechten Gate (35) elektrisch leitend verbunden ist (vgl. Fig. 5b).

15. Magnetfeldempfindlicher digitaler Doppel-Ringoszillator, bestehend aus einer digitalen Magnetfeld-Detektorzelle (41, 43) nach einem der vorgenannten Ansprüche und einer Rückkoppellogik (42, 44), dadurch gekennzeichnet, daß die Rückkoppellogik das Taktsignal (in Fig. 6a) auf Nullpotential [bzw. in Fig. 6b) auf hohes Potential] zurückschaltet, sobald die beiden Drainpotentiale in entgegengesetzte Lagen gekippt sind und das Taktpotential auf "1" ("high") [bzw. in Fig. 6b) auf Null] schaltet, sobald beide Drains das gleiche stabile Potential angenommen haben (vgl. Fig. 6)
- 10 16. Digitaler Video-Magnetkopf, bestehend aus digitalen Magnetfeld-Detektorzellen nach Ansprüchen 4,5,13 oder 14, gekennzeichnet dadurch, daß diese Zellen auf einem Halbleiterchip in zwei Reihen mit etwa 2500 Zellen insgesamt plaziert sind, so daß die magnetfeldempfindlichen Fenster der Zellen in einer Reihe einen Abstand von etwa 2 Mikrometer haben und die zweite Reihe gegenüber der ersten um etwa $1\mu\text{m}$ in Reihen-
- 15 richtung versetzt ist.
17. Digitaler Video-Magnetkopf nach Anspruch 16, gekennzeichnet dadurch, daß er nicht nur zwei Reihen von Detektorzellen aufweist, sondern, 2,3,4,5 oder sechs parallele Reihen von Detektorzellen, deren Zellen mit einer adaptiven Spur- und Takterkennungs-
- 20 logik auf dem Chip ausgestattet sind.

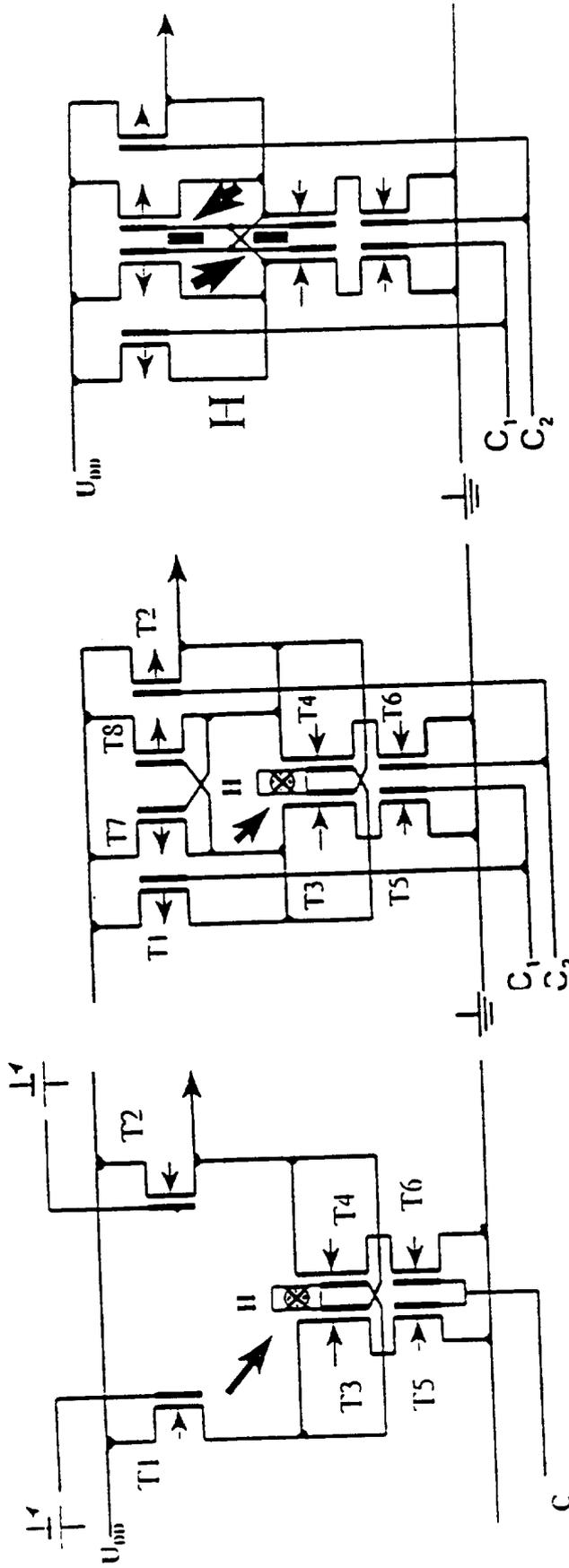


Fig. 1c: MAGFET-Detektorzelle mit komplementären Entscheidungen.

Fig. 1b: CMOS MAGFET-Detektorzelle mit Ladungsentscheidung.

Fig. 1a: NMOS MAGFET-Detektorzelle mit Ladungsentscheidung.

Fig. 1: Logisches Schaltbild von digitalen seriellen Magnetfeld-Detektorzellen (MAGFEZ).

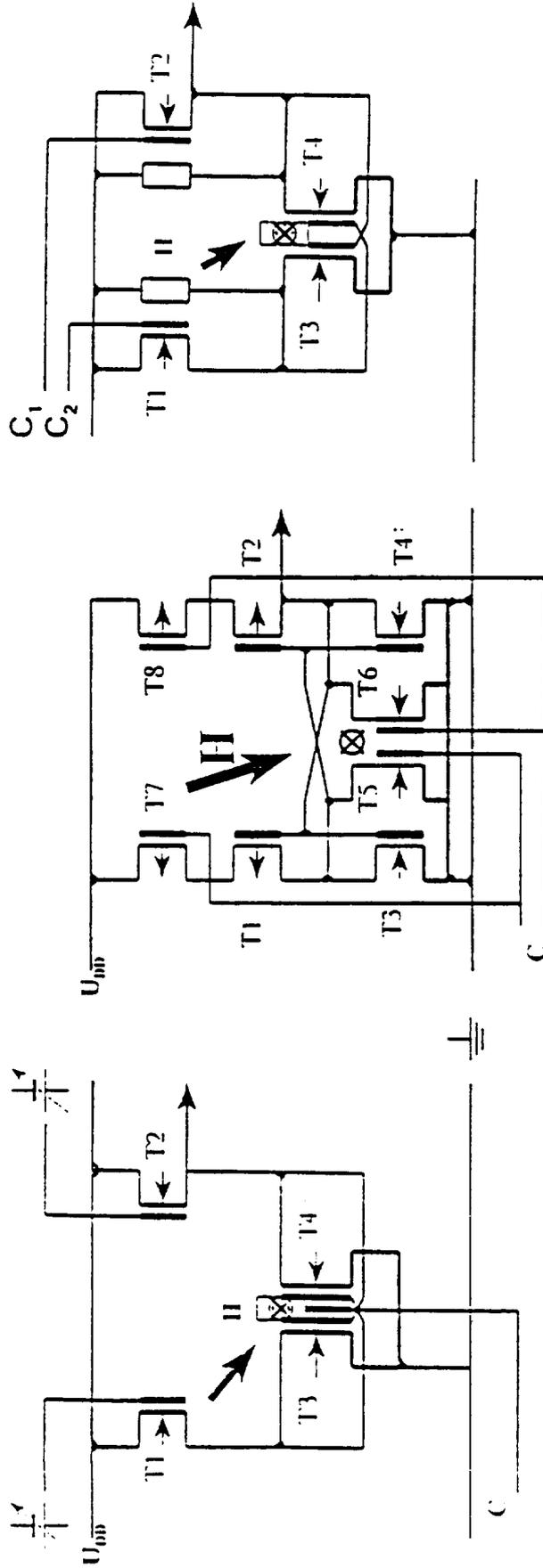


Fig. 2a: NMOS MAGFET-Detektorzelle mit Stromentscheidung.

Fig. 2b: CMOS MAGFET-Detektorzelle mit Stromentscheidung.

Fig. 2c: NMOS MAGFET-Detektorzelle mit Lastwiderständen für Stromentscheidung.

Fig. 2: Logisches Schaltbild von digitalen parallelen Magnetfeld-Detektorzellen (MAGFEZ).

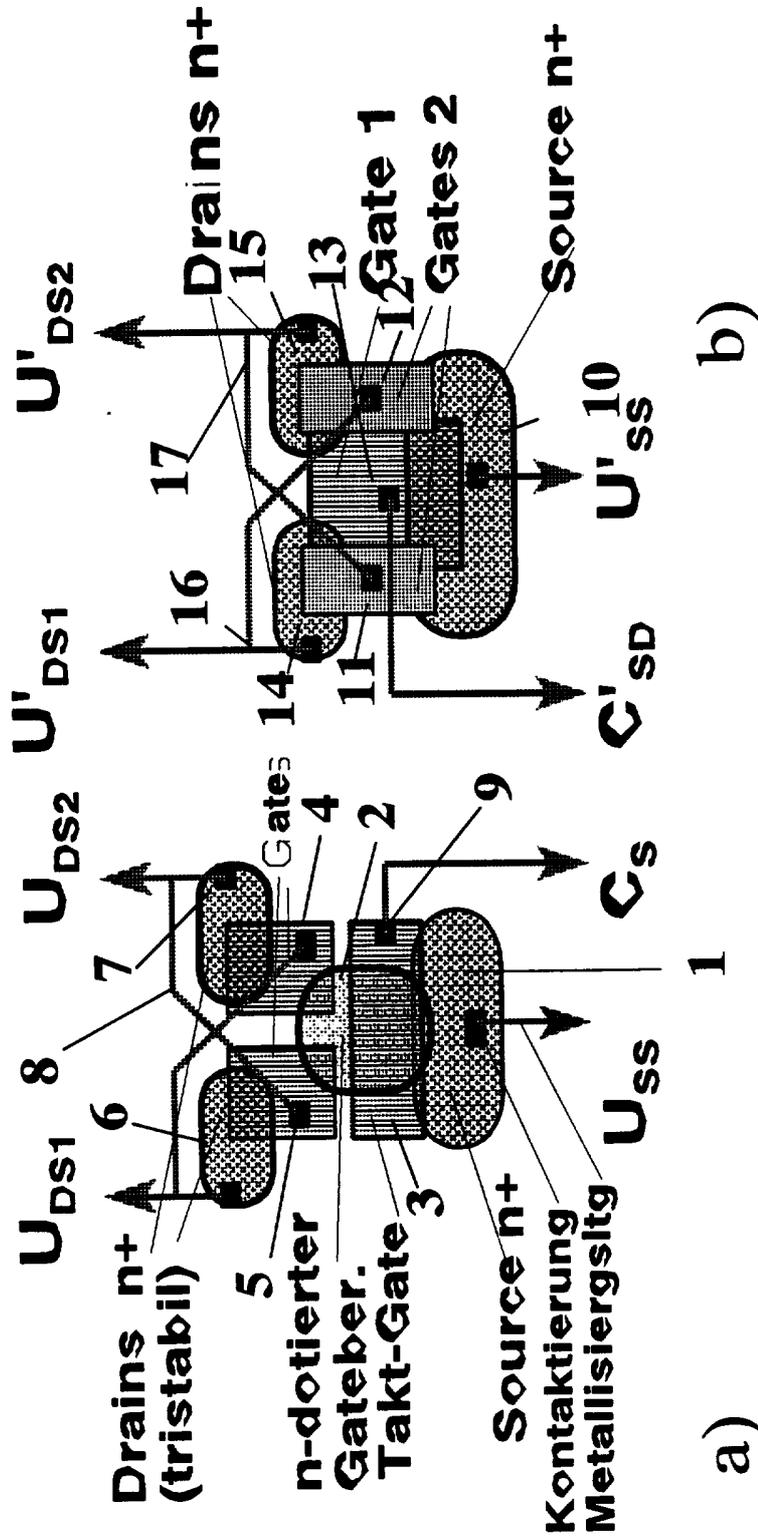


Fig. 3: Layoutbeispiele für MAGFET-Kippschalter;
 a) links: Schaltung aus stromlosen Zustand,
 b) rechts: Schaltung aus stromführenden Zustand.

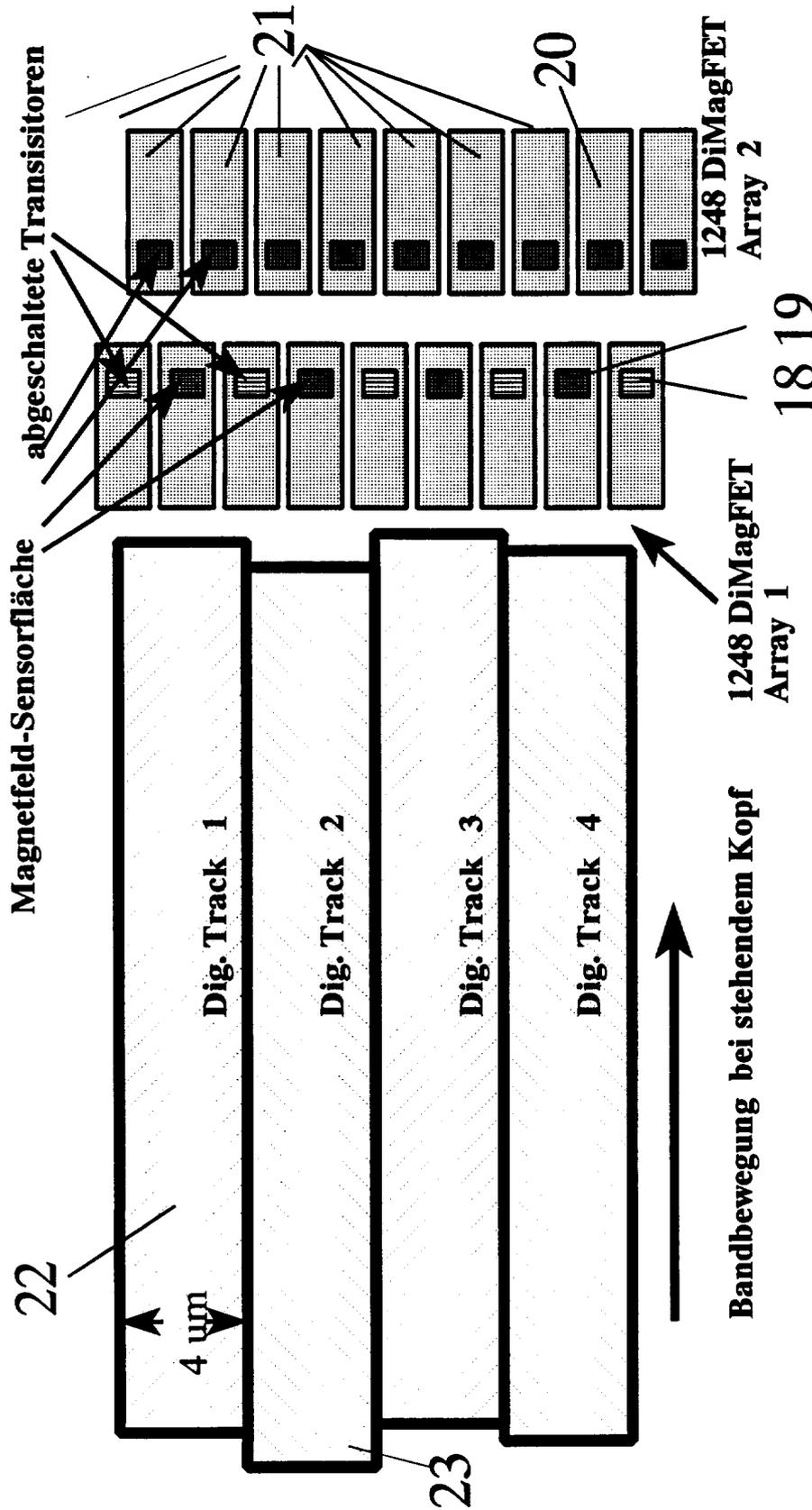


Fig.4: Prinzip des digitalen Videokopfes mit 2 x 1248 Sensorzellen für Standard-VHS-Bänder. Je drei Zellen sind je Spur aktiv.

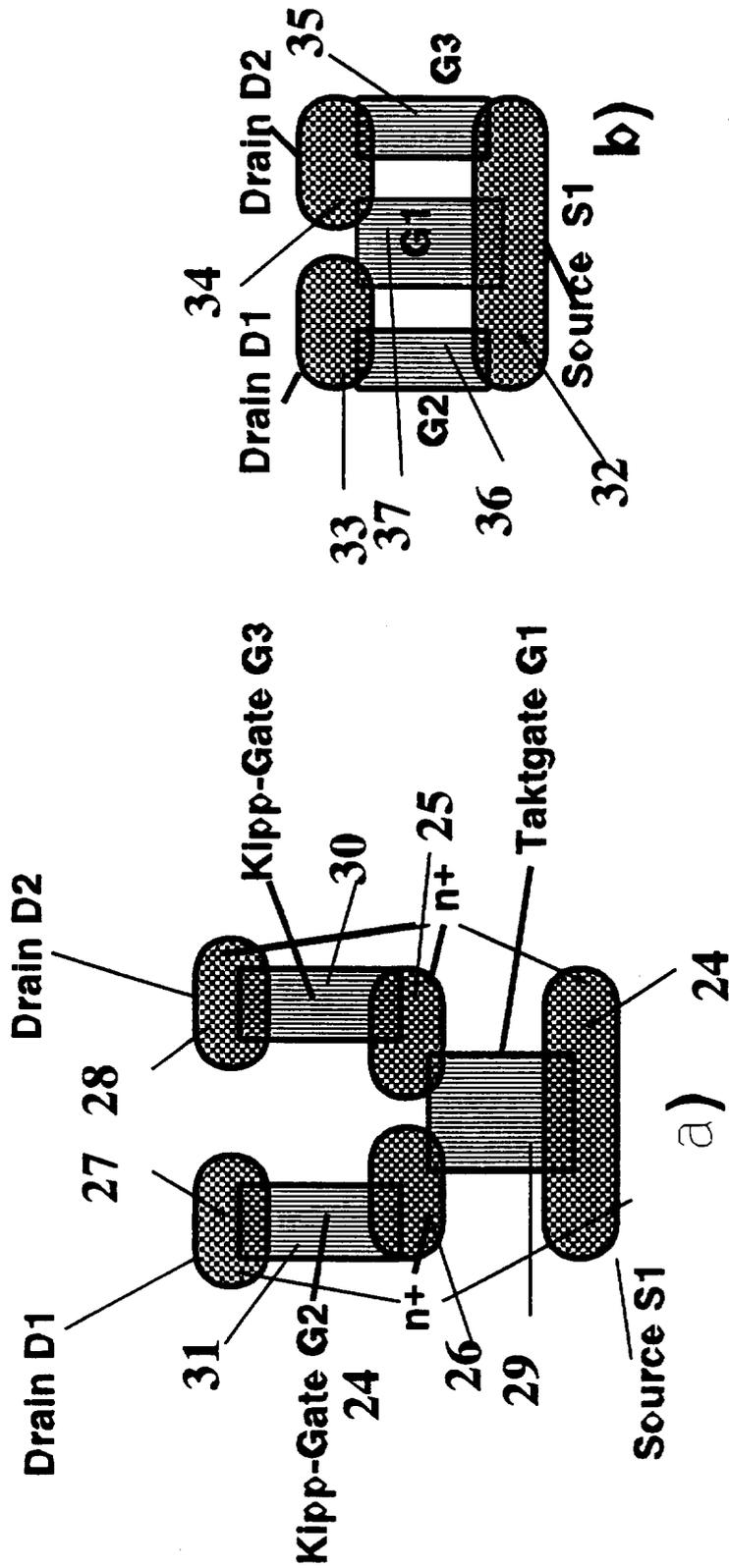


Fig. 5: n+ Regionen und Gates von tristabile Doppeldraintransistoren in NMOS
 a) **Serieller Anreicherungstyp (für Ladungsentscheidung)**
 b) **Paralleler Anreicherungstyp (für Stromentscheidung)**

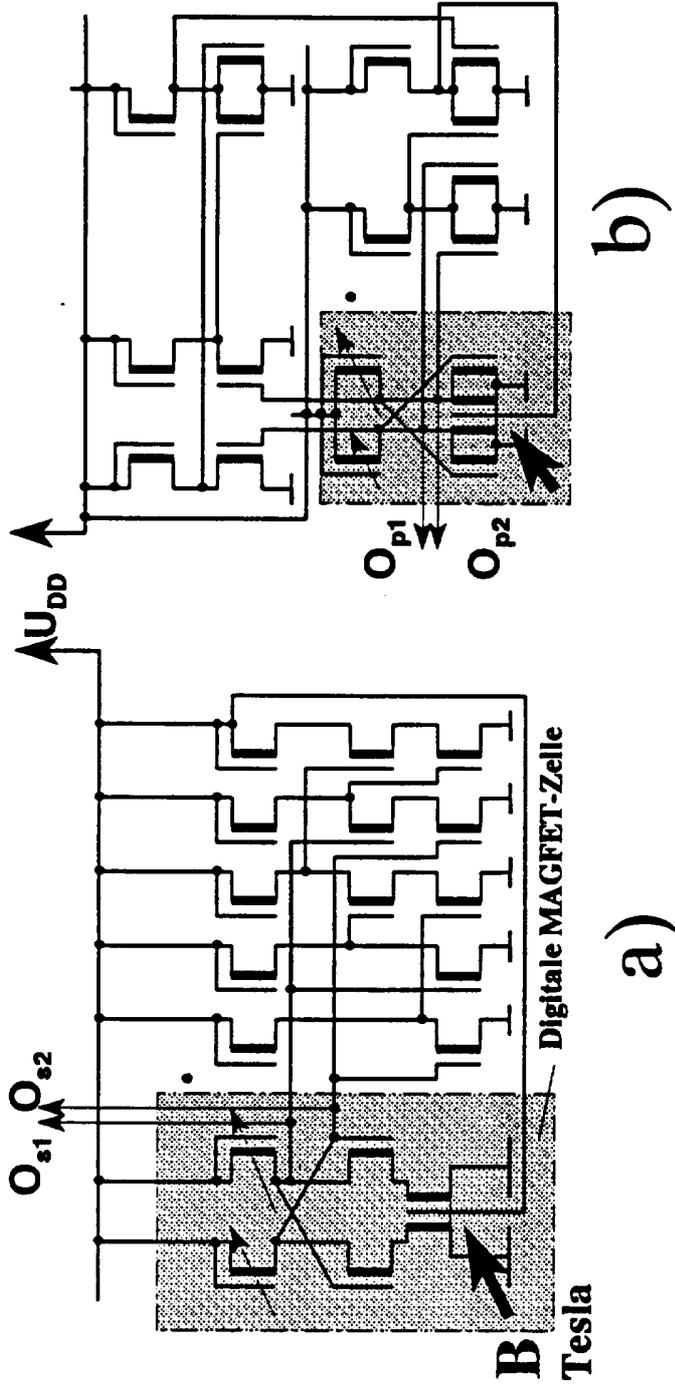


Fig.6: Magnetfeldabhängige Doppel-Ringoszillatoren in NMOS.
a) Oszillator mit seriellem Doppelrain-MAGFET;
b) Oszillator mit parallelem Doppelrain-MAGFET.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 95/01195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01L29/82

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,5 083 174 (KUB FRANCIS J) 21 January 1992 cited in the application see the whole document -----	1,2,13, 14
A	US,A,3 714 523 (BATE R) 30 January 1973 see the whole document -----	1,2,13, 14

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- * 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- * 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- * 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- * 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- * 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * '&' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 December 1995

Date of mailing of the international search report

20. 12. 95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

De Laere, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 95/01195

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5083174	21-01-92	NONE	
US-A-3714523	30-01-73	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/01195

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01L29/82

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,5 083 174 (KUB FRANCIS J) 21. Januar 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1, 2, 13, 14
A	US,A,3 714 523 (BATE R) 30. Januar 1973 siehe das ganze Dokument -----	1, 2, 13, 14

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Dezember 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20. 12. 95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (- 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (- 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Laere, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/01195

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-5083174	21-01-92	KEINE	
US-A-3714523	30-01-73	KEINE	