

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. Dezember 2005 (29.12.2005)

PCT

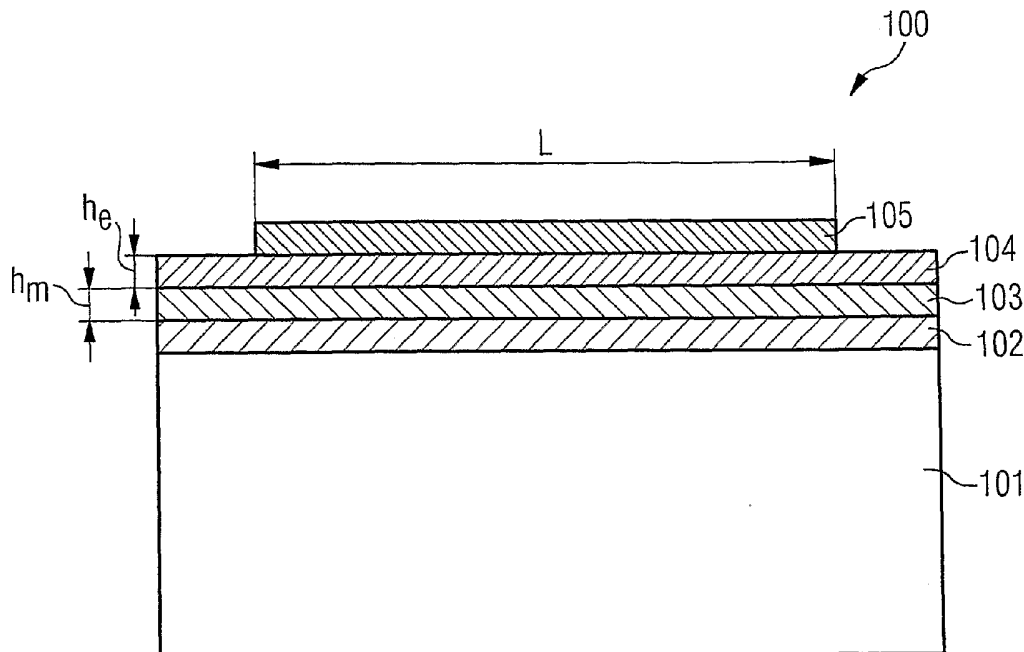
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/124671 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G06K 19/077**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000906
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Mai 2005 (18.05.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 029 440.2 18. Juni 2004 (18.06.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KNOLL, Bernhard Theo** [DE/DE]; Blumenweg 16, 85579 Neubiberg (DE).
- (74) Anwalt: **DOKTER, Eric-Michael**; Vierung, Jentschura & Partner, Steinsdorfstr. 6, 80538 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TRANSCEIVER

(54) Bezeichnung: SENDE-/EMPFANGS-EINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a transceiver, e.g. an RFID tag, which comprises a substrate having a layer, produced from a dielectric material with a relative permittivity greater one, and/or a magnetic material with a magnetic relative permeability greater one, a monolithic integrated antenna arranged on and/or in said layer, said antenna being adapted to transmit and receive signals, and a circuit which is integrated into the substrate in a monolithic manner and coupled with the monolithic integrated antenna.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/124671 A1



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,  
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Sende-/Empfangs-Einrichtung, z.B. ein RFID-Tag, mit einem Substrat mit einer Schicht aus dielektrischem Material mit einer Dielektrizitätszahl größer eins und/oder mit magnetischem Material mit einer magnetischen Permeabilitätszahl größer eins, mit einer in dem Substrat monolithisch integrierten Antenne auf und/oder in der Schicht, welche Antenne zum Senden und zum Empfangen von Signalen eingerichtet ist, und mit einem in dem Substrat monolithisch integrierten Schaltkreis, der mit der monolithisch integrierten Antenne gekoppelt ist.

**Beschreibung****Sende-/Empfangs-Einrichtung**

5 Die Erfindung betrifft eine Sende-/Empfangs-Einrichtung.

In der drahtlosen Kommunikation werden Antennen gemäß dem Stand der Technik als eigenständige passive Bauelemente, d.h. als separat von einem Chip vorgesehene Bauelemente,  
10 realisiert, die nicht in einem solchen elektronischen Chip integriert sind.

Ein Anwendungsgebiet von Antennen in der drahtlosen Kommunikation sind die sogenannten "radio frequency  
15 identification tags" (RFID-Tags). "Radio frequency identification" (RFID), die Identifizierung per Funk, ist ein Verfahren, um kontaktlos Daten lesen bzw. speichern zu können. Solche Daten werden auf RFID-Tags (anschaulich elektronische Etiketten), oft auch Transponder, gespeichert.  
20 Die gespeicherten Daten werden mittels elektromagnetischer Wellen gelesen, die über die Antenne in den RFID-Tag eingekoppelt werden können bzw. von der Antenne abgestrahlt werden können. Die Baugröße eines RFID-Tags wird maßgeblich durch die darauf enthaltene Antenne bestimmt und bildet somit  
25 einen limitierenden Faktor hinsichtlich der Miniaturisierung von RFID-Tags. Aus dem Stand der Technik bekannte RFID-Tags weisen typischerweise Dimensionen von wenigen Millimetern bis einigen Zentimetern auf.

30 Anwendungsgebiete für RFID-Tags sind elektronische Warensicherungssysteme zum Unterbinden von Diebstählen, Anwendungen in der Automatisierungstechnik (z.B. die automatische Identifizierung von Fahrzeugen im Verkehr im

Rahmen von Mautsystemen), Zugangskontrollsysteme, bargeldloses Zahlen, Skipässe, Tankkarten, die Tierkennzeichnung und Anwendungen in Leihbüchereien.

- 5 Ein RFID-Tag enthält üblicherweise eine Antenne, einen Schaltkreis zum Empfangen und Senden elektromagnetischer Wellen (Transponder) und einen Signalverarbeitungs-Schaltkreis. Aktive RFID-Tags sind batteriebetrieben, passive RFID tags beziehen ihre Energie zur Übertragung der  
10 Information aus den empfangenen Funkwellen.

Die Tatsache, dass Antennen auf RFID-Tags in der Regel als passive Bauelemente, d.h. als nicht-integrierte Schaltkreiskomponenten, realisiert werden, besteht vorwiegend  
15 darin, dass der für die Kommunikation erforderliche Energietransfer (Mindest-)Anforderungen an die Länge der Antenne stellt. So nimmt beispielsweise die abgestrahlte Leistung einer Dipolantenne deutlich ab, wenn die Antenne kürzer als  $\lambda/4$  wird, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der  
20 elektromagnetischen Strahlung ist. Auch die mittels Dipol-Dipol-Kopplung bei einer RFID-Anwendung im Nahfeld übertragene Leistung ist um so geringer, je geringer die Dimension der Antenne ist.

25 Die separate Herstellung einer nicht-integrierten Antenne ist sehr teuer, zusätzlich fallen bei einem Packaging-Prozess weitere Kosten für den Zusammenschluss von Antenne und Chip an. Bei einer RFID-Anwendung verteilen sich die Kosten für Chipfertigung, Antennenherstellung und Packaging zu etwa  
30 gleichen Teilen. Eine Integration der Antenne könnte damit die Kosten um mindestens die Hälfte reduzieren.

Aus [1] ist ein RFID-Chip mit einer integrierten Antenne bekannt, der eine Dimension von 0.4mm x 0.4mm aufweist. Allerdings weist dieser RFID-Chip mit integrierter und somit miniaturisierter Antenne den Nachteil auf, dass er eine extrem schlechte Ankopplung der Antenne an das elektrische Feld eines Lesegeräts aufweist. Dies führt zu einer extrem geringen Reichweite des aus [1] bekannten RFID-Chips mit integrierter Antenne. Der aus [1] bekannte  $\mu$ -Chip hat zwar eine eingebaute Antenne, die grundsätzlich eine kontaktlose Kommunikation erlaubt, allerdings besteht aufgrund des Vorsehens der Antenne als integriertes und somit sehr klein dimensioniertes Bauelement eine starke Einschränkung für die erreichbaren Entfernungen, über welche die Antenne mit einem Lesegerät kommunizieren kann. Daher ist der aus [1] bekannte RFID-Tag aufgrund der geringen Leistung übertragener Wellen für viele RFID-Anwendungen nicht oder nicht mit ausreichend guter Qualität einsetzbar.

[2] offenbart eine Finite-Elemente-Analyse als Modell für eine makroskopische Mikrostreifenantenne mit Dimensionen im Bereich von einigen Zentimetern. Für die theoretische Analyse gemäß [2] wird eine Grundebene angenommen, auf der eine ferroelektrische Schicht, auf dieser eine ferrimagnetische Schicht und auf dieser eine Mikrostreifenantenne angeordnet ist. Das ferroelektrische Material und das ferrimagnetische Material werden gemäß [2] eingesetzt, um die Resonanzfrequenz der Antenne abzusinken und so eine Antenne für Niedrigfrequenz-Anwendungen bereitzustellen.

[3] beschreibt ein Halbleitersubstrat mit einem monolithisch integrierten Schaltkreis und mit einer mit dem monolithisch integrierten Schaltkreis gekoppelten Antennenstruktur.

Ferner ist in [4] eine Mikrowellenschaltung beschrieben auf einem Gallium-Arsenid-Substrat. Die Mikrowellenschaltung weist ein Phasenanpassungsnetzwerk und ein Hochfrequenz-Speisungsnetzwerk sowie eine Vielzahl von

5 Schaltungsstrukturen auf, die zur Steuerung der elektrischen Phasenverschiebung in Hochfrequenz-Pfaden über die Schaltung angeschlossen sind.

[5] offenbart einen Mikrowellensender und einen  
10 Mikrowellenempfänger mit einem Oszillator, wobei der Mikrowellensender bzw. der Mikrowellenempfänger mehrere IMPATT-Dioden als aktive Vorrichtung aufweist. Ferner ist dort ein Mikrostreifen-Flächenbereich vorgesehen, der im Betrieb als Resonator und gleichzeitig als Antenne wirkt. Die  
15 IMPATT-Dioden und der Mikrostreifen-Flächenbereich sind aus dem gleichen Halbleitersubstrat gebildet.

Weiterhin ist aus [6] ein Mikrowellen-Millimeterwellen-Modul mit integrierter Antenne bekannt. Es wird ein  
20 Mehrschichtsubstrat aus einer ersten dielektrischen Schicht, einer zweiten dielektrischen Schicht und einer dritten dielektrischen Schicht gebildet. Auf der dritten dielektrischen Schicht wird eine Hochfrequenzkreis-Leitung hergestellt sowie darauf ein Halbleiterchip. Auf einer Seite  
25 der zweiten dielektrischen Schicht wird ein Schlitzloch ausgebildet und auf der anderen Seite eine Antennenspeiseleitung. In der ersten dielektrischen Schicht ist eine Anzahl von Schlitzlöchern ausgebildet, die elektromagnetische Wellen abstrahlen. Mittels einer  
30 Kleberschicht wird ein organisches Substrat auf das Mehrschichtsubstrat auflaminiert.

[7] beschreibt einen Radiofrequenz-Identifikations-Tag-Schaltkreis mit einer eingebetteten Antennenspule. Die Antennenspule weist zwei auf gegenüberliegenden Seiten eines Substrats aufgedruckte Wicklungen auf. Die Leitungen der ersten Wicklung und die Leitungen der zweiten Wicklung sind voneinander versetzt, um parasitäre Kapazitäten zwischen den Wicklungen zu verringern.

Der Erfindung liegt insbesondere das Problem zugrunde, eine Sende-/Empfangs-Einrichtung bereitzustellen, mit der eine ausreichend große elektromagnetische Leistung übertragbar ist und die miniaturisierbar und mit vertretbarem Aufwand fertigbar ist.

Dieses Problem wird durch eine Sende-/Empfangs-Einrichtung mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch gelöst.

Die erfindungsgemäße Sende-/Empfangs-Einrichtung enthält ein Substrat mit einer Schicht aus dielektrischem Material mit einer Dielektrizitätszahl größer eins und/oder mit magnetischem Material mit einer magnetischen Permeabilitätszahl größer eins, und enthält ferner eine in dem Substrat monolithisch integrierte Antenne auf und/oder in der Schicht, welche Antenne zum Senden und zum Empfangen von Signalen eingerichtet ist. Ferner weist die Sende-/Empfangs-Einrichtung einen in dem Substrat monolithisch integrierten Schaltkreis auf, der mit der monolithisch integrierten Antenne gekoppelt ist.

30

Eine Grundidee der Erfindung ist darin zu sehen, eine Sende-/Empfangs-Einrichtung mit einer in einem Substrat monolithisch integrierten Antenne bereitzustellen, bei

welcher Antenne ohne Erhöhung der geometrischen Dimension eine effektive (d.h. elektromagnetisch wirksame) Antennenverlängerung dadurch realisiert ist, dass Material mit einer ausreichend hohen Dielektrizitätszahl bzw. mit einer ausreichend hohen Permeabilitätszahl an oder im Inneren der Antenne, d.h. in ihrem unmittelbaren Umgebungsbereich, gebildet ist. Indem dielektrisches bzw. magnetisches Material in einem Umgebungsbereich der monolithisch integrierten Antenne gebildet ist, kann die effektive Antennenlänge wirksam erhöht werden und simultan eine geringe Strukturdimension der Sende-/Empfangs-Einrichtung realisiert werden. Anders ausgedrückt wird mit einer miniaturisierten monolithisch integrierten Antenne eine Struktur geschaffen, die hinsichtlich ihrer elektromagnetischen Eigenschaften eine ähnliche Funktionalität aufweist wie eine von dielektrischem/magnetischem Material freie größere Antenne. Auf diese Weise ist eine gute Leistungsfähigkeit (insbesondere eine ausreichend große elektromagnetische Leistungsübertragung bei der Kommunikation der Sende-/Empfangs-Einrichtung mit einer korrespondierenden Empfangs-/Sende-Einrichtung, z.B. mit dem Lesegerät für eine als RFID-Tag ausgestaltete Sende-/Empfangs-Einrichtung) bei einer geringen geometrischen Größe der monolithisch integrierten Antenne sichergestellt. Aufgrund dieser Eigenschaften eignet sich die erfindungsgemäße Sende-/Empfangs-Einrichtung insbesondere für die Herstellung miniaturisierter RFID-Tags.

Die Erfindung realisiert somit eine effektive elektromagnetische Antennenverlängerung bei gleichbleibender geometrischer Länge durch das Vorsehen von Material (z.B. Trägerschichten) mit ausreichend hoher relativer Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  bzw. ausreichend hoher magnetischer Permeabilität  $\mu_r$ . Dadurch wird die elektromagnetische

7

Antennenwirkung deutlich verbessert bzw. verstärkt, und zwar ohne geometrische Verlängerung der durch die Chipgröße vorgegebenen Antennenlänge.

5 Für den Herstellungsprozess bedeutet die erfindungsgemäße Realisierung einer Sende-/Empfangs-Einrichtung lediglich die Einführung einer zusätzlichen Ebene bei der parallelen Chipfertigung (zum Bilden des dielektrischen/magnetischen Materials), wobei im Gegenzug die teure Herstellung einer  
10 externen Antenne und der aufwendige serielle Zusammenbau von Antenne und Chip entbehrlich wird. Dadurch werden die Gesamtherstellungskosten der Sende-/Empfangs-Einrichtung stark abgesenkt, die Kostenersparnisse liegen bei 50% und mehr.

15

Für eine parallel auf einem Substrat angeordnete Antenne ist die elektromagnetisch wirksame, d.h. effektive Antennenlänge  $L_{\text{eff}}$  gegeben durch Gleichung (1):

20

$$L_{\text{eff}} = L\sqrt{\epsilon_r\mu_r} \quad (1)$$

In Gleichung (1) ist  $L$  ist geometrische Antennenlänge,  $\epsilon_r$  die relative Dielektrizitätszahl der dielektrischen (z.B. ferroelektrischen) Schicht, und  $\mu_r$  die magnetische  
25 Permeabilitätszahl der magnetischen Schicht (z.B. einer Ferritschicht).

Die effektive Antennenlänge  $L_{\text{eff}}$  kann also bei ausreichend großer Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  bzw. bei ausreichend großer  
30 magnetischer Permeabilitätszahl  $\mu_r$  erheblich größer sein als die geometrische Größe  $L$ . Die Dielektrizitätszahl bzw. die magnetische Permeabilitätszahl können von der Frequenz elektromagnetischer Strahlung abhängig sein. Dies gilt sowohl

8

für den Absolutwert dieser beiden Zahlen als auch für ihren Imaginärteil und somit für die im Betrieb auftretenden Verluste.

5 Beispielsweise kann mit ferroelektrischen Filmen aus Barium-Strontium-Titanat (BST) für ausreichend niedrige Frequenzen (z.B. 125kHz) eine Dielektrizitätszahl im Bereich von tausend erhalten werden, mit einer Ferritschicht kann eine magnetische Permeabilitätszahl von einigen Hundert erreicht  
10 werden. Dadurch ergibt sich für die elektrisch wirksame Antenne eine zum Beispiel fünfhundertfache Effektiv-Verlängerung gegenüber der tatsächlichen Antennendimension.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den  
15 abhängigen Ansprüchen.

Das Substrat kann ein elektronischer Chip sein. Das Substrat kann ein Silizium-Substrat, insbesondere ein Silizium-Chip sein. Ein Schaltkreis, der in die Antenne eingekoppelte  
20 Signale verarbeitet bzw. welcher Signale an die Antenne zum Abstrahlen bereitstellt, kann in dem elektronischen Chip monolithisch integriert sein.

Die Antenne kann als Mikrostreifenantenne realisiert sein.  
25 Das Bilden einer Mikrostreifenantenne ist zum Beispiel in [2] beschrieben.

Die Antenne kann eine elektrisch leitfähige Schicht auf der Schicht aus dem dielektrischen Material und/oder dem  
30 magnetischen Material aufweisen.

Ferner kann die Antenne eine zusätzliche elektrisch leitfähige Schicht auf dem Substrat und unterhalb der Schicht

aus dem dielektrischen Material und/oder dem magnetischen Materials aufweisen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Antenne mit einer elektrisch  
5 leitfähigen Schicht und einer zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht können das dielektrische Material und/oder das magnetische Material als Schichten bzw. Strukturen zwischen der elektrisch leitfähigen Schicht und der zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht in einer  
10 sandwichartigen Struktur vorgesehen sein.

Die zusätzliche elektrisch leitfähige Schicht kann als oberste Metallisierungsebene des als elektronischer Chip realisierten Substrats gebildet sein.

15

Gemäß dieser vorteilhaften Ausgestaltung ist die untere Metallschicht der Antenne in der obersten Metallisierungsebene des Chips implementiert bzw. als Teil davon gebildet. Alternativ kann die untere Metallschicht auch  
20 auf einem fertig prozessierten Chip separat aufgebracht werden.

Die Schicht aus dem dielektrischen Material kann als Schicht oberhalb der zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht und  
25 unterhalb der elektrisch leitfähigen Schicht gebildet sein.

Die Schicht aus dem magnetischen Material kann als Schicht oberhalb der zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht und unterhalb der elektrisch leitfähigen Schicht gebildet sein.

30

Das dielektrische Material kann eine permanente elektrische Polarisierung auch in Abwesenheit eines externen elektrischen Feldes aufweisen. Mit anderen Worten ist das dielektrische

Material gemäß dieser Ausgestaltung so ausgeführt, dass auch ohne ein äußeres elektrisches Feld eine permanente, d.h. dauerhafte Polarisierung dieses Materials vorliegt.

5 Das dielektrische Material kann insbesondere ein ferroelektrisches Material oder ein ferrielektrisches Material aufweisen. Unter einem ferroelektrischen Material wird insbesondere ein Material verstanden, bei dem die atomaren Dipolmomente im Wesentlichen alle eine gemeinsame  
10 Richtungskomponente aufweisen. Ein ferrielektrisches Material enthält permanente elektrische Dipole mit einer ersten Orientierung und solche mit einer zweiten, zu der ersten Orientierung entgegengesetzten Orientierung, wobei die Beträge der elektrischen Dipole einander nur teilweise  
15 kompensieren, so dass im Ergebnis eine dauerhafte elektrische Polarisierung auch in Abwesenheit eines elektrischen Feldes erreicht ist.

Das dielektrische Material kann z.B. Barium-Strontium-Titanat  
20 (BST) aufweisen.

Das magnetische Material kann ein permanentmagnetisches Material aufweisen. Unter einem permanentmagnetischen Material wird insbesondere ein Material verstanden, das auch  
25 in Abwesenheit eines externen magnetischen Feldes ein magnetisches Dipolmoment aufweist, d.h. eine resultierende Magnetisierung.

Insbesondere kann das magnetische Material ein  
30 ferromagnetisches Material oder ein ferrimagnetisches Material aufweisen. Bei einem ferromagnetischen Material weisen die atomaren magnetischen Dipolmomente alle eine gemeinsame Richtungskomponente auf. Ein ferrimagnetisches

Material enthält permanente magnetische Dipole mit einer ersten Orientierung und solche mit einer zweiten, zu der ersten Orientierung entgegengesetzten Orientierung, wobei die Beträge der magnetischen Dipole einander nur teilweise kompensieren, so dass im Ergebnis eine dauerhafte Magnetisierung auch in Abwesenheit eines (externen) magnetischen Feldes erreicht ist.

Das magnetische Material kann insbesondere Ferrit aufweisen. Ein Ferrit ist ein ferromagnetischer Werkstoff, insbesondere aus elektrisch nicht gut leitendem Metalloxid.

Die Antenne und die Schicht aus dem dielektrischen Material und/oder dem magnetischen Material können entweder auf der Vorderseite oder auf der Rückseite des Chips gebildet sein. Bei einer Bildung dieser Komponenten auf der Vorderseite des Chips, d.h. in der Nähe eines integrierten Schaltkreises, der in einem Oberflächenbereich des Chips gebildet ist, sind kurze Signalwege zwischen Antenne und elektrischen Schaltkreiskomponenten realisiert. Andererseits ermöglicht das Bilden von Antenne, des dielektrischen Materials und/oder des magnetischen Materials auf der Chip-Rückseite eine höhere Flexibilität beim Kontaktieren der Chip-Vorderseite. Zu berücksichtigen ist bei der Wahl der Anordnung der Komponenten auf der Vorderseite oder der Rückseite des Chips die Realisierbarkeit der Antennenkontaktierung.

Ferner kann bei der Sende-/Empfangs-Einrichtung ein Trägerelement vorgesehen sein, auf und/oder unter dem das Substrat angeordnet ist. Das Trägerelement kann z.B. ein Kunststoffträger sein.

12

Insbesondere kann die Sende-/Empfangs-Einrichtung als kontaktlose Chipkarte oder Identifikationsdatenträger ("ID-Tag", insbesondere als RFID-Datenträger, z.B. ein Transponder) eingerichtet sein. Auf diesen Anwendungsgebieten kommen die Vorteile der Sende-/Empfangs-Einrichtung der Erfindung besonders stark zum Tragen, nämlich ein einfacher Aufbau, eine kostengünstige Herstellbarkeit und eine ausreichend gute und verlustarme Funktionalität beim Empfangen und Senden von elektromagnetischen Wellen.

10

Anschaulich kann eine Antenne insbesondere als eine elektromagnetische LC-Anordnung angesehen werden, d.h. als eine Art elektromagnetischer Schwingkreis. Die Antenne kann induktivitätsdominiert oder kapazitätsdominiert sein, je nachdem ob in dem LC-Glied die Kapazität C oder die Induktivität L die dominierende Einflussgröße ist.

15

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Figuren dargestellt und wird im Weiteren näher erläutert.

20

Es zeigt:

Figur 1 eine Sende-/Empfangs-Einrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

25

Die Darstellungen in der Figur sind schematisch nicht maßstäblich.

30

Im Weiteren wird bezugnehmend auf **Fig.1** eine Sende-/Empfangs-Einrichtung 100 gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

13

Die Sende-/Empfangs-Einrichtung 100 enthält einen Silizium-Chip 101, auf welchem eine untere Antennen-Metallschicht 102 gebildet ist. Auf der unteren Antennen-Metallschicht 102 ist eine Ferrit-Schicht 103 mit einem hohen Wert der magnetischen Permeabilitätszahl gebildet. Auf der Ferrit-Schicht 103 ist eine Ferroelektrikums-Schicht 104 mit einem hohen Wert der Dielektrizitätszahl gebildet. Auf der Ferroelektrikums-Schicht 104 ist eine obere Antennen-Metallschicht 105 gebildet. Die Antenne 102, 105 ist als eine Mikrostreifenantenne ausgeführt.

In bzw. auf dem Silizium-Chip 101 ist somit eine monolithisch integrierte Antenne 102, 105 vorgesehen, die zum Senden und Empfangen von Signalen in Form von elektromagnetischen Wellen eingerichtet ist. Ferner ist bei der Sende-/Empfangs-Einrichtung 100 ein (in Fig.1 nicht gezeigter) in dem Silizium-Substrat 101 monolithisch integrierter Schaltkreis vorgesehen, der mit der monolithisch integrierten Antenne 102, 105 gekoppelt ist. Zwischen dem monolithisch integrierten Schaltkreis und der Antenne 102, 105 können elektrische Signale ausgetauscht werden. Insbesondere ist die Antenne dazu eingerichtet, ein elektromagnetisches Signal zu empfangen und dem monolithisch integrierten Schaltkreis zur Verarbeitung bereitzustellen. Ferner kann der monolithisch integrierte Schaltkreis der Antenne ein Signal bereitstellen, welches diese abstrahlt, wobei dieses abgestrahlte Signal von einem Lesegerät (nicht gezeigt in der Figur) empfangen werden kann. Zwischen dem Lesegerät und der als RFID-Tag ausgestalteten Sende-/Empfangs-Einrichtung 100 ist somit eine Kommunikation via elektromagnetischer Wellen ermöglicht.

Aufgrund des Vorsehens der Ferrit-Schicht 103 und der Ferroelektrikums-Schicht 104 wird entsprechend Gleichung (1)

14

die effektive Länge  $L_{\text{eff}}$  der Antenne 102, 105 gegenüber der geometrischen Antennenlänge  $L$  deutlich vergrößert.  $\epsilon_r$  ist die Dielektrizitätskonstante der Ferroelektrikums-Schicht 104.  $\mu_r$  ist die magnetische Permeabilitätszahl der Ferrit-Schicht 103.

Alternativ zu der Anordnung in Fig.1 kann auch die Ferrit-Schicht 102 oberhalb der Ferroelektrikums-Schicht 104 vorgesehen sein. Wie in Fig.1 gezeigt, sind die Antenne 102, 105, die Ferroelektrikums-Schicht 104 und die Ferrit-Schicht 103 auf der Vorderseite (Oberseite) des Chips 101 gebildet. Mit anderen Worten ist der integrierte Schaltkreis in einem gemäß Fig.1 oberen Oberflächenbereich des Silizium-Chips 101 integriert und somit in unmittelbarer Nachbarschaft zu der Antenne 102, 105 vorgesehen. Dadurch sind die Signalwege kurz gehalten, so dass nur eine geringe Energiedissipation beim Signaltransfer zu verzeichnen ist. Eine energiearme Betreibbarkeit ist bei dem Einsatz der Sende-/Empfangs-Einrichtung als RFID-Tag besonders vorteilhaft.

20

Fig.1 zeigt eine Anordnung, bei der die Antenne 102, 105 durch Verwendung von Substraten mit hohen Dielektrizitätszahlen (z.B. Ferroelektrika) bzw. hohen Permeabilitäten (z.B. Ferriten) integriert vorsehbar ist und dennoch ausreichend große elektromagnetische Leistungen übertragen kann.

Bei dem in Fig.1 gezeigten Aufbau einer Sende-/Empfangs-Einrichtung 100 mit einer erfindungsgemäßen Antenne 102, 105 ist die Antenne als Mikrostreifenantenne ausgeführt. Die ferroelektrische Schicht 104 und die Ferrit-Schicht 103 befinden sich zwischen der oberen Antenne-Metallschicht 105 und der darunter liegenden Gegenelektrode 102 (auch aus

30

Metall-Material). Die Schichtdicken  $h_e$  der ferroelektrischen Schicht 104 und  $h_m$  der Ferrit-Schicht 103 sind vorzugsweise wesentlich kleiner als die Antennenbreite  $L$ .

- 5 Die in Fig.1 gezeigten Schichten 102 bis 105 können auf dem fertig prozessierten Silizium-Chip 101 aufgebracht werden. Zweckmäßigerweise kann aber auch die untere Metallschicht 102 der Antenne in die oberste Metallisierungsebene des Chips 101 implementiert werden. Möglich ist auch eine umgekehrte
- 10 Schichtenfolge der Schichten 103, 104 oder die Aufbringung der Schichten auf der Chip-Rückseite. Zu berücksichtigen ist jeweils die Realisierbarkeit der Antennenkontaktierung.

In diesem Dokument sind folgende Veröffentlichungen zitiert:

[1] <http://www.hitachi.com/New/cnews/030902.html>;

5 [2] Araneo, R, Celozzi, S (2002) "FE Analysis of a Low-Frequency Microstrip Antenna", IEEE Transactions on Magnetism, Band 38, Nr. 2, Seiten 729-732;

[3] DE 36 13 258 A1;

10

[4] EP 0 055 324 B1;

[5] EP 0 296 838 B1;

15 [6] DE 101 18 742 A1;

[7] EP 0 743 615 B1.

**Bezugszeichenliste**

- 100 Sende-/Empfangs-Einrichtung
- 101 Silizium-Chip
- 102 untere Antennen-Metallschicht
- 103 Ferrit-Schicht
- 104 Ferroelektrikums-Schicht
- 105 obere Antennen-Metallschicht

**Patentansprüche:**

1. Sende-/Empfangs-Einrichtung
  - mit einem Substrat mit einer Schicht aus dielektrischem  
5 Material mit einer Dielektrizitätszahl größer eins  
und/oder mit magnetischem Material mit einer  
magnetischen Permeabilitätszahl größer eins;
  - mit einer in dem Substrat monolithisch integrierten  
Antenne auf und/oder in der Schicht, welche Antenne zum  
10 Senden und zum Empfangen von Signalen eingerichtet ist;
  - mit einem in dem Substrat monolithisch integrierten  
Schaltkreis, der mit der monolithisch integrierten  
Antenne gekoppelt ist.
- 15 2. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach Anspruch 1,  
bei der das Substrat ein elektronischer Chip ist.
3. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
bei der die Antenne eine Mikrostreifen-Antenne ist.  
20
4. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
3,  
bei der die Antenne eine elektrisch leitfähige Schicht auf  
der Schicht aus dem dielektrischen Material und/oder dem  
25 magnetischen Material aufweist.
5. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach Anspruch 4,  
bei der die Antenne eine zusätzliche elektrisch leitfähige  
Schicht auf dem Substrat und unterhalb der Schicht aus dem  
30 dielektrischen Material und/oder dem magnetischen Material  
aufweist.
6. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach Anspruch 5,  
bei der die zusätzliche elektrisch leitfähige Schicht als  
35 oberste Metallisierungsebene des als elektrischer Chip  
realisierten Substrats gebildet ist.

7. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6,  
bei der die Schicht aus dem dielektrischen Material als  
Schicht über der zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht  
und unter der elektrisch leitfähigen Schicht gebildet ist.

5

8. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis  
7,

bei der die Schicht aus dem magnetischen Material als Schicht  
über der zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht und  
10 unter der elektrisch leitfähigen Schicht gebildet ist.

9. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
8,

bei der das dielektrische Material eine permanente  
15 elektrische Polarisierung auch in Abwesenheit eines externen  
elektrischen Felds aufweist.

10. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 9,

20 bei der das dielektrische Material

- ein ferroelektrisches Material oder
- ein ferrielektrisches Material

aufweist.

25 11. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 10,

bei der das dielektrische Material Barium-Strontium-Titanat  
aufweist.

30 12. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 11,

bei der das magnetische Material ein permanentmagnetisches  
Material aufweist.

35 13. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 12,

bei der das magnetische Material

- ein ferromagnetisches Material oder
  - ein ferrimagnetisches Material
- aufweist.

5 14. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
bei der das magnetische Material Ferrit aufweist.

10 15. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 14,  
bei der die Antenne und die Schicht aus dem dielektrischen Material und/oder dem magnetischen Material auf

- der Vorderseite oder
- der Rückseite

15 des elektronischen Chips gebildet ist.

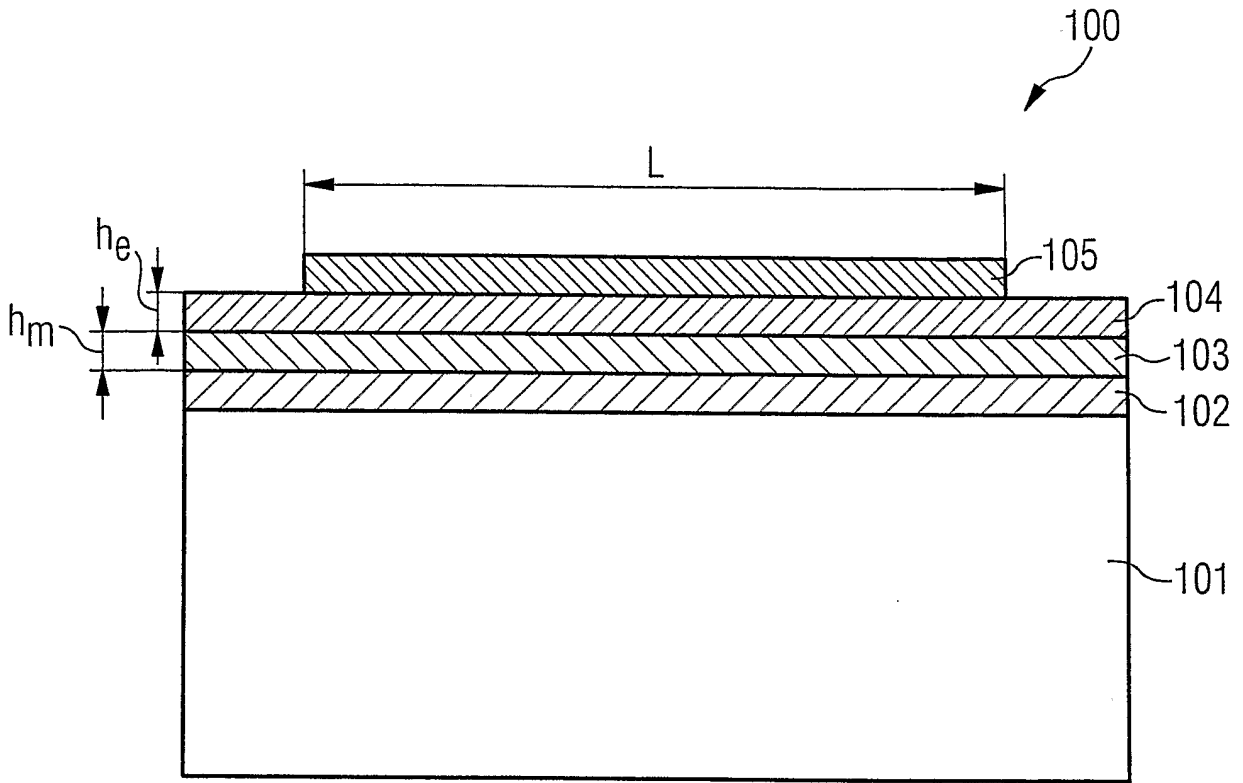
16. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
mit einem Träger-Element, auf und/oder in dem das Substrat

20 angeordnet ist.

17. Sende-/Empfangs-Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
eingerichtet als

25

- Kontaktlose Chipkarte; oder
- Identifikations-Datenträger.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000906

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G06K19/077

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 7 G06K

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)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	POBANZ C W ET AL: "Active integrated antennas for microwave wireless systems" SIGNALS, SYSTEMS, AND ELECTRONICS, 1995. ISSSE '95, PROCEEDINGS., 1995 URSI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SAN FRANCISCO, USA 25-27 OCT. 1995, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 25 October 1995 (1995-10-25), pages 1-4, XP010159164 ISBN: 0-7803-2516-8	1
Y	----- -/--	2-17

Further documents are listed in the continuation of box C.       Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 August 2005	07/09/2005

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  Koegler, L
--	--------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000906

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ARANEO, R.;CELOZZI, S.: "FE Analysis of a Low-Frequency Microstrip Antenna" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. 38, no. 2, March 2002 (2002-03), pages 729-732, XP002341656 cited in the application the whole document -----	2-17
A	ANONYMOUS: "Hitachi Develops a New RFID with Embedded Antenna -Chip --Makes Possible Wireless Links that Work Using Nothing More Than a 0.4mm X 0.4mm Chip, One of the World's Smallest ICs--" HITACHI NEWS RELEASES, 'Online! 2 September 2003 (2003-09-02), XP002341658 Retrieved from the Internet: URL:http://www.hitachi.com/New/cnews/030902_030902.pdf> cited in the application the whole document -----	1

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000906

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G06K19/077

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 G06K

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)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	POBANZ C W ET AL: "Active integrated antennas for microwave wireless systems" SIGNALS, SYSTEMS, AND ELECTRONICS, 1995. ISSSE '95, PROCEEDINGS., 1995 URSI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SAN FRANCISCO, USA 25-27 OCT. 1995, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 25. Oktober 1995 (1995-10-25), Seiten 1-4, XP010159164 ISBN: 0-7803-2516-8 das ganze Dokument	1
Y	----- -/-	2-17



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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. August 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen 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:

Koegler, L

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>ARANE0, R.;CELOZZI, S.: "FE Analysis of a Low-Frequency Microstrip Antenna"            IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS,            Bd. 38, Nr. 2, März 2002 (2002-03), Seiten 729-732, XP002341656            in der Anmeldung erwähnt            das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	2-17
A	<p>ANONYMOUS: "Hitachi Develops a New RFID with Embedded Antenna -Chip --Makes Possible Wireless Links that Work Using Nothing More Than a 0.4mm X 0.4mm Chip, One of the World's Smallest ICs--"            HITACHI NEWS RELEASES, 'Online!            2. September 2003 (2003-09-02),            XP002341658            Gefunden im Internet:            URL:<a href="http://www.hitachi.com/New/cnews/030902_030902.pdf">http://www.hitachi.com/New/cnews/030902_030902.pdf</a>            in der Anmeldung erwähnt            das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1