

(19)



(11)

**EP 1 814 068 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.08.2007 Patentblatt 2007/31**

(51) Int Cl.:  
**G06K 19/077<sup>(2006.01)</sup> H01Q 9/27<sup>(2006.01)</sup>**  
**H01Q 1/22<sup>(2006.01)</sup> H01Q 1/36<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **07001224.0**

(22) Anmeldetag: **20.01.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Camp, Michael**  
**29221 Celle (DE)**  
• **Fischer, Martin**  
**74629 Pfedelbach (DE)**

(30) Priorität: **26.01.2006 DE 102006003717**

(74) Vertreter: **Baumann, Jörg**  
**Patentanwälte Ruff, Wilhelm,**  
**Beier, Dauster & Partner**  
**Postfach 10 40 36**  
**70035 Stuttgart (DE)**

(71) Anmelder: **ATMEL Germany GmbH**  
**74072 Heilbronn (DE)**

### (54) Antenne für einen rückstreubasierten RFID-Transponder

(57) Die Erfindung betrifft eine Antenne für einen rückstreubasierten RFID-Transponder mit einer kapazitiven Eingangsimpedanz aufweisenden integrierten Empfangsschaltung zum Empfangen eines spektral in einem Betriebsfrequenzbereich liegenden Funksignals, wobei die Antenne zwei Antennenzweige aufweist, die sich spiralförmig von einem zentralen Bereich, in dem die Antennenzweige mit der integrierten Empfangsschal-

tung verbindbar sind, nach außen erstrecken. Erfindungsgemäß weist jeder Antennenzweig eine Zweiglänge entlang des Zweiges auf, die so gewählt ist, daß eine der Serienresonanzfrequenzen der Antenne unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs und die nächsthöhere Parallelresonanzfrequenz der Antenne oberhalb des Betriebsfrequenzbereichs liegt. Die Erfindung betrifft weiterhin einen rückstreubasierten RFID-Transponder mit einer solchen Antenne.

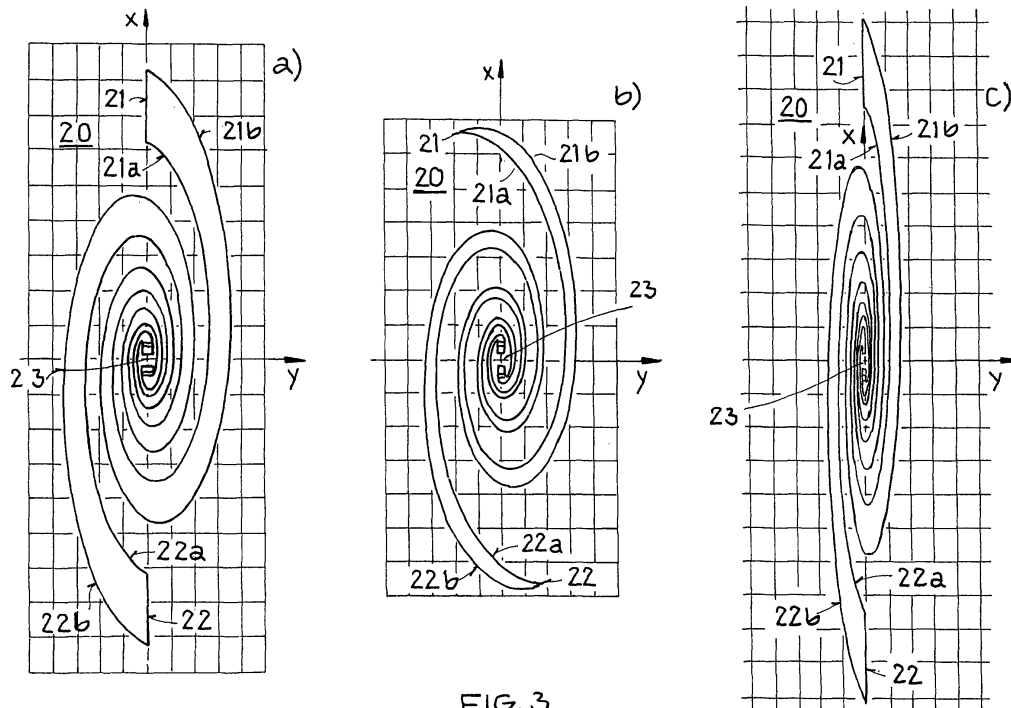


FIG. 3

EP 1 814 068 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antenne für einen rückstreubasierten RFID-Transponder (radio frequency identification) sowie einen rückstreubasierten RFID-Transponder mit einer solchen Antenne.

**[0002]** Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der draht- und kontaktlosen Kommunikation. Sie liegt insbesondere auf dem Gebiet der funkbasierten Kommunikation zum Zwecke der Identifikation von Gegenständen, Tieren, Personen etc. sowie den hierfür eingesetzten Transpondern und "Remote Sensors".

**[0003]** Wenngleich prinzipiell auf beliebige kontaktlose Kommunikationssysteme anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrunde liegende Problematik nachfolgend in Bezug auf RFID-Kommunikationssysteme und deren Anwendungen erläutert. RFID steht hierbei für "Radio Frequency identification".

**[0004]** Bei RFID-Systemen werden zwischen einer stationären oder mobilen Basisstation, die oft auch als Lesegerät, "Reader" oder Schreib-/Lesegerät bezeichnet wird, und einem oder mehreren Transpondern, die an den zu identifizierenden Gegenständen, Tieren bzw. Personen angebracht sind, Daten mit Hilfe von hochfrequenten Funksignalen bidirektional übertragen.

**[0005]** Der Transponder, der auch als "Tag" oder "Label" bezeichnet wird, weist regelmäßig eine Antenne zum Empfangen des von der Basisstation abgestrahlten Funksignals sowie eine mit der Antenne verbundene integrierte Schaltung (IC) auf. Die integrierte Schaltung beinhaltet hierbei eine Empfangsschaltung zum Empfangen und Demodulieren des Funksignals sowie zum Detektieren und Verarbeiten der gesendeten Daten. Außerdem weist die integrierte Schaltung einen Speicher zum Ablegen der für die Identifikation des entsprechenden Gegenstandes erforderlichen Daten auf. Weiterhin kann der Transponder einen Sensor z.B. zur Temperaturmessung, der z.B. ebenfalls Teil der integrierten Schaltung ist, umfassen. Solche Transponder werden auch als "Remote Sensors" bezeichnet.

**[0006]** RFID-Transponder können überall dort vorteilhaft eingesetzt werden, wo eine automatische Kennzeichnung, Erkennung, Abfrage oder Überwachung erfolgen soll. Mit Hilfe von solchen Transpondern sind Gegenstände wie z.B. Behälter, Paletten, Fahrzeuge, Maschinen, Gepäckstücke, aber auch Tiere oder Personen individuell markierbar und kontaktlos sowie ohne Sichtverbindung identifizierbar.

**[0007]** Bei "Remote Sensors" können darüber hinaus physikalische Eigenschaften bzw. Größen erfaßt und abgefragt werden.

**[0008]** Auf dem Gebiet der Logistik können Container, Paletten und dergleichen identifiziert werden, um beispielsweise im Verlauf ihres Transportes den aktuellen Aufenthaltsort zu bestimmen. Bei "Remote Sensors" kann z.B. die Temperatur der transportierten Waren oder Güter regelmäßig gemessen und abgespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt ausgelesen werden. Auf dem

Gebiet des Plagiatschutzes können Gegenstände wie z.B. integrierte Schaltungen mit einem Transponder versehen werden, um unautorisierte Nachbauten zu verhindern. Im Handelsbereich können RFID-Transponder die vielfach auf Produkten angebrachten Barcodes ersetzen. Weitere Anwendungen bestehen z.B. im Kraftfahrzeugbereich bei Wegfahrsperrern oder Systemen zur Überwachung des Luftdrucks in Reifen sowie in Systemen zur Personen-Zugangskontrolle.

**[0009]** Passive Transponder verfügen nicht über eine eigenständige Energieversorgung und entnehmen die für ihren Betrieb erforderliche Energie dem von der Basisstation emittierten elektromagnetischen Feld. Semipassive Transponder weisen zwar eine eigene Energieversorgung auf, verwenden die durch sie bereitgestellte Energie aber nicht zum Senden/Empfangen von Daten, sondern beispielsweise zum Betreiben eines Sensors.

**[0010]** RFID-Systeme mit passiven und/oder semipassiven Transpondern, deren maximaler Abstand von der Basisstation deutlich über einem Meter liegt, werden in Frequenzbereichen betrieben, die insbesondere im UHF- oder mikrowellenbereich liegen.

**[0011]** In solchen passiven/semipassiven RFID-Systemen mit relativ großer Reichweite kommt zur Datenübertragung von einem Transponder zur Basisstation im allgemeinen ein Rückstrahlverfahren ("Backscattering") zum Einsatz, im Zuge dessen ein Teil der von der Basisstation beim Transponder ankommenden Energie reflektiert (rückgestrahlt) wird. Hierbei wird das von der Basisstation abgestrahlte Trägersignal in der integrierten Schaltung des Transponders entsprechend den an die Basisstation zu übertragenden Daten moduliert und mittels der Transponder-Antenne reflektiert. Solche Transponder werden als rückstreubasierte Transponder bezeichnet.

**[0012]** Um bei rückstreubasierten Transpondern eine möglichst große Reichweite zu erzielen, ist es erforderlich, einen möglichst hohen Anteil der von der Basisstation beim Transponder ankommenden Energie der integrierten Empfangsschaltung des Transponders zuzuführen. Leistungsverluste jeglicher Art sind hierbei zu minimieren. Hierzu sind einerseits Transponder-Antennen mit einem relativ breiten Empfangsfrequenzbereich erforderlich. Solche relativ breitbandigen Antennen können darüber hinaus den Vorteil bieten, die Anforderungen mehrerer nationaler oder regionaler Regulierungsbehörden mit nur einem Antennentyp zu erfüllen. Andererseits ist die von der Transponder-Antenne aufgenommene Energie möglichst ungeschmälert der integrierten Empfangsschaltung zuzuführen, die üblicherweise eine kapazitive Eingangsimpedanz, d.h. eine Impedanz mit negativem imaginärsanteil aufweist.

**[0013]** Aus der DE 103 93 263 T5 ist eine Antenne für ein RFID-System bekannt, die eine Planarwendelstruktur mit zwei Zweigen aufweist. Ausgehend von einem zentralen Bereich erstrecken sich die beiden Zweige jeweils wendelförmig in einer vollen Umdrehung nach außen. Die Eingangsimpedanz dieser Antenne ist ebenfalls

kapazitiv.

**[0014]** Nachteilig ist hierbei, daß die Impedanz dieser Antenne stark vom konjugiert komplexen Wert der Impedanz des Chipeingangsschaltkreises abweicht und deshalb zwischen Antenne und Chip ein zusätzlicher, separater Anpassungsschaltkreis mit einer Spule und einem Kondensator erforderlich ist. Aufgrund von parasitären Widerständen dieser Bauelemente kommt es transponderseitig zu Leistungsverlusten, die nachteiligerweise die Reichweite reduzieren. Weiterhin schränkt der separate Anpassungsschaltkreis die Freiheit bei der Platzierung des Chips ein und verursacht aufwendigere und daher kostenintensivere Implementierungen des Transponders.

**[0015]** Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Antenne für einen rückstreubasierten RFID-Transponder mit einer integrierten Empfangsschaltung (IC) zum Empfangen eines spektral in einem Betriebsfrequenzbereich liegenden Funksignals anzugeben, die größere Reichweiten sowie einfachere Implementierungen des Transponders ermöglicht und einen breitbandigen Empfang von hochfrequenten Funksignalen erlaubt. Es ist weiterhin die Aufgabe der Erfindung, einen einfach zu realisierenden rückstreubasierten RFID-Transponder anzugeben, der eine größere Reichweite bei einem breitbandigen Empfang von hochfrequenten Funksignalen aufweist.

**[0016]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Antenne und einen rückstreubasierten RFID-Transponder mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 15.

**[0017]** Die erfindungsgemäße Antenne weist zwei Antennenzweige auf, die sich spiralförmig von einem zentralen Bereich, in dem die Antennenzweige mit der integrierten Empfangsschaltung verbindbar sind, nach außen erstrecken, wobei jeder Antennenzweig eine Zweiglänge entlang des Zweiges aufweist, die so gewählt ist, daß eine der Serienresonanzfrequenzen der Antenne unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs und die nächsthöhere Parallelresonanzfrequenz der Antenne oberhalb des Betriebsfrequenzbereichs liegt.

**[0018]** Der erfindungsgemäße RFID-Transponder weist eine integrierte Empfangsschaltung mit einer kapazitiven Eingangsimpedanz sowie eine mit der integrierten Empfangsschaltung verbundene erfindungsgemäße Antenne auf.

**[0019]** Das Wesen der Erfindung besteht darin, die Länge der Antennenzweige so zu wählen, daß der gewünschte Betriebsfrequenzbereich zwischen einer der Serienresonanzfrequenzen und der nächsthöheren (benachbarten) Parallelresonanzfrequenz der Antenne liegt. Hierdurch wird sichergestellt, daß die Antenne im Betriebsfrequenzbereich induktive Blindwiderstandswerte aufweist. Dies ermöglicht es, die Eingangsimpedanz der Antenne im Betriebsfrequenzbereich derart an die konjugiert komplexen Werte der Eingangsimpedanz der integrierten Empfangsschaltung anzunähern, daß keine separate Anpassungsschaltung zwischen Anten-

ne und Empfangsschaltung erforderlich ist. Auf diese Weise werden transponderseitige Leistungsverluste reduziert, so daß sich hohe Reichweiten ergeben und ein breitbandiger Empfang hochfrequenter Funksignale möglich ist. Außerdem werden hierdurch einfachere und kostengünstigere Implementierungen des Transponders ermöglicht.

**[0020]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnung zu entnehmen.

**[0021]** In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antenne ist die Zweiglänge so gewählt, daß die Antenne Werte einer induktiven Eingangsimpedanz aufweist, die im Betriebsfrequenzbereich derart an die konjugiert komplexen Werte der kapazitiven Eingangsimpedanz angenähert sind, daß zwischen Antenne und integrierter Empfangsschaltung keine Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist. Hierdurch kann der IC ohne Beschränkungen durch separate Bauelemente zur Impedanzanpassung direkt im zentralen Bereich der Antennenzweige platziert werden, so daß besonders einfache und kostengünstige, aber dennoch leistungsstarke Transponderrealisierungen mit großen Reichweiten ermöglicht werden.

**[0022]** In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Zweiglänge so gewählt, daß diejenige der Serienresonanzfrequenzen unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs liegt, die dazu führt, daß die Antenne Werte einer induktiven Eingangsimpedanz aufweist, die im Betriebsfrequenzbereich derart an die konjugiert komplexen Werte der kapazitiven Eingangsimpedanz angenähert sind, daß zwischen Antenne und integrierter Empfangsschaltung keine Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist. Aus denjenigen Frequenzbereichen, in denen die Antenne induktive Blindwiderstandswerte aufweist, wird hier durch die entsprechende Festlegung der Zweiglänge vorteilhaft derjenige ausgewählt, der sehr gute Impedanzanpassungen und damit sehr hohe Reichweiten ohne separate Bauelemente zur Impedanzanpassung ermöglicht.

**[0023]** Vorteilhaft entspricht die Serienresonanzfrequenz der niedrigsten Serienresonanzfrequenz  $f_{s1}$  der Antenne - und damit die Parallelresonanzfrequenz der niedrigsten Parallelresonanzfrequenz  $f_{p1}$  der Antenne. Indem die Zweiglänge also derart gewählt ist, daß der gewünschte Betriebsfrequenzbereich zwischen der niedrigsten Serienresonanzfrequenz und der niedrigsten Parallelresonanzfrequenz der Antenne liegt, kann die Antennenimpedanz vorteilhaft auch bei relativ kleinen Wirkwiderständen der integrierten Empfangsschaltung an die konjugiert komplexen Werte der Eingangsimpedanz der Empfangsschaltung angeglichen werden.

**[0024]** Vorzugsweise ist jeder Antennenzweig ausgestaltet, mindestens eine volle Umdrehung, insbesondere mindestens 1, 5 volle Umdrehungen um den zentralen Bereich zu beschreiben. Hierdurch kann die Antennenimpedanz vorteilhaft sehr einfach im UHF-Frequenzband

angepaßt werden.

**[0025]** Vorzugsweise weist jeder Antennenzweig eine Zweigbreite quer zum Zweig auf, die sich entlang des Zweiges ändert, wobei die Zweigbreite ausgehend vom zentralen Bereich nach außen hin vorzugsweise zunimmt. Hierdurch wird vorteilhaft ein sehr breitbandiger Empfang ermöglicht.

**[0026]** In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform bildet jeder Antennenzweig eine innere Radialwendel und eine äußere Radialwendel, wobei diese Radialwendeln vorzugsweise einer logarithmischen Funktion folgen. Derartige Antennen weisen vorteilhaft besonders geringe Reflexionen auf.

**[0027]** In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen sind die Antennenzweige polygonal oder stückweise gerade ausgestaltet. Hierdurch läßt sich bei einer vorgegebenen quadratischen oder rechteckigen Fläche eine bessere Flächenausnutzung durch die Antenne erreichen.

**[0028]** Vorzugsweise sind die Antennenzweige planar ausgestaltet und liegen in einer gemeinsamen Ebene. Vorzugsweise umfaßt jeder Antennenzweig eine dünne leitfähige Schicht, die auf einem Substrat ausgebildet ist. Hierdurch kann die Antenne besonders einfach implementiert werden.

**[0029]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen RFID-Transponders ist die integrierte Empfangsschaltung im zentralen Bereich der Antennenzweige angeordnet. Dies ermöglicht sehr einfache Implementierungen des Transponders.

**[0030]** In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform umfaßt jeder Antennenzweig eine dünne leitfähige Schicht, die auf einem Substrat ausgebildet ist, und die integrierte Empfangsschaltung auf dem Substrat ausgebildet ist. Dies ermöglicht besonders einfache Implementierungen des Transponders.

**[0031]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 ein RFID-System mit einem erfindungsgemäßen Transponder;

Fig. 2 einen Frequenzgang der Eingangsimpedanz einer Antenne mit zwei spiralförmigen Zweigen;

Fig. 3 drei Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Antenne; und

Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antenne.

**[0032]** Fig. 1 zeigt schematisch ein Beispiel eines RFID-Systems. Das RFID-System 10 weist eine Basisstation 11 und mindestens einen erfindungsgemäßen Transponder 15 auf. Mit Hilfe von hochfrequenten Funksignalen tauscht die Basisstation 11 kontaktlos und bidirektional Daten mit dem/den Transponder(n) 15 aus.

**[0033]** Die Basisstation 11 weist mindestens eine An-

tenne 12 zum Senden und Empfangen von Funksignalen in einem Betriebsfrequenzbereich  $f_B$ , eine mit der/den Antenne(n) verbundene Sende-/Empfangseinheit 13 zum Senden und Empfangen von Daten sowie eine mit der Sende-/Empfangseinheit verbundene Kontrolleinheit 14 zum Steuern der Sende-/Empfangseinheit 13 auf.

**[0034]** Der rückstrebubasierte, passive oder semi-passive Transponder 15 weist eine Antenne 16 zum Empfangen des spektral im Betriebsfrequenzbereich  $f_B$  liegenden Funksignals und eine mit der Antenne verbundene Empfangsschaltung 17 zum Demodulieren des empfangenen Funksignals und zum Detektieren der darin enthaltenen Daten auf. Die Empfangsschaltung 17 ist hierbei Teil einer in Figur 1 nicht dargestellten integrierten Schaltung (IC), z.B. eines ASICs (application specific integrated circuit) oder eines ASSPs (application specific standard product), die außerdem regelmäßig einen Speicher zum Ablegen der für eine Identifikation der entsprechenden Gegenstände erforderlichen Daten aufweist. Gegebenenfalls beinhaltet der Transponder 15 bzw. die integrierte Schaltung weitere in Fig. 1 nicht dargestellte Komponenten wie z.B. einen Sensor zur Temperaturbestimmung. Solche Transponder werden auch als "Remote Sensors" bezeichnet.

**[0035]** Nachfolgend wird davon ausgegangen, daß der Betriebsfrequenzbereich  $f_B$  im UHF-Frequenzband liegt, und zwar in einem Frequenzbereich zwischen ca. 840 MHz und ca. 960 MHz. Alternativ kann sich der Betriebsfrequenzbereich auch im nahezu weltweit verfügbaren ISM-Band (industrial, scientific, medical) zwischen 2,4 und 2,5 GHz erstrecken. Weitere alternative Betriebsfrequenzbereiche liegen bei 315 MHz, 433 MHz bzw. 5,8 GHz.

**[0036]** Aufgrund von unterschiedlichen aktuellen Anforderungen der Regulierungsbehörden bzgl. der im Frequenzbereich zwischen 840 und 960 MHz maximal zulässigen Sendeleistungen werden im Lesebetrieb Reichweiten von ca. 5m für den europäischen Markt (500 mW ERP) und ca. 11m für die USA (4 W EIRP) angestrebt.

**[0037]** Die integrierte Empfangsschaltung 17 weist eine komplexwertige Eingangsimpedanz  $Z_1$  mit einem Realteil (Wirkwiderstand)  $R_1$  und einem Imaginärteil (Blindwiderstand)  $X_1$  auf. Der Wirkwiderstand  $R_1$  ist hierbei zur Minimierung von Leistungsverlusten vorzugsweise relativ klein. Da integrierte Induktivitäten relativ große Chipflächen in Anspruch nehmen würden, ist der Blindwiderstand  $X_1$  regelmäßig kapazitiv ( $X_1 < 0$ ) und insbesondere bei kleinen Werten des Wirkwiderstandes  $R_1$  betragsmäßig größer als der Wirkwiderstand:  $|X_1| > |R_1|$ .

**[0038]** Von der Anmelderin entwickelte integrierte Empfangsschaltungen 17 weisen Eingangsimpedanzen  $Z_1$  mit Wirkwiderständen  $R_1$  im Bereich von ca. 4...35 Ohm und kapazitiven Blindwiderständen  $X_1$ , deren Absolutwerte über ca. 150 Ohm liegen, auf. Der Betrag des Imaginärteils ( $|X_1|$ ) übersteigt den Realteil ( $R_1$ ) damit deutlich ( $|X_1| > 4 \cdot R_1$ ). Bei fortschreitender Herstellungstechnologie von integrierten Schaltungen und damit abnehmenden Strukturgrößen ist von betragsmäßig weiter

zunehmenden kapazitiven Blindwiderständen  $X_1$  auszugehen.

**[0039]** Die Antenne 16 des Transponders 15 umfaßt erfindungsgemäß zwei Antennenzweige, die sich spiralförmig von einem zentralen Bereich, in dem die Antennenzweige mit der integrierten Empfangsschaltung 17 verbindbar sind, nach außen erstrecken. Die Eingangsimpedanz der Antenne 16 ist nachfolgend mit  $Z_2 = R_2 + j \cdot X_2$  bezeichnet, wobei  $R_2$  den Wirkwiderstand und  $X_2$  den Blindwiderstand der Antenne angeben. Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Antenne werden nachfolgend mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 beschrieben.

**[0040]** Fig. 2 zeigt schematisch den Frequenzgang der Eingangsimpedanz  $Z_2$  einer Antenne mit zwei spiralförmigen Zweigen. Der Frequenzgang der Eingangsimpedanz  $Z_2$  ist hierbei über einen Frequenzbereich dargestellt, der deutlich breiter ist als der vorstehend genannte Bereich zwischen ca. 840 und 960 MHz. In Fig. 2a ist der Wirkwiderstand  $R_2$ , d.h. der Realteil von  $Z_2$ , und in Fig. 2b der Blindwiderstand  $X_2$ , d.h. der Imaginärteil von  $Z_2$ , über der Frequenz  $f$  aufgetragen.

**[0041]** Aus dem in Fig. 2b dargestellten Kurvenverlauf des Imaginärteils von  $Z_2$  ist zu erkennen, daß der Blindwiderstand  $X_2$  der Antenne bei niedrigen Frequenzen  $f$  zunächst kapazitiv ( $X_2 < 0$ ) ist, mit steigender Frequenz nach einem Nulldurchgang bei der Frequenz  $f = f_{s1}$  jedoch induktiv ( $X_2 > 0$ ) wird. Nach Durchschreiten eines stark induktiven Maximalwertes folgt ein steiler Abfall, in dessen Verlauf es nach einem weiteren Nulldurchgang bei der Frequenz  $f = f_{p1}$  erneut zu deutlich kapazitiven Blindwiderständen kommt. Diese Abfolge von Übergängen mit einem ersten, relativ langsamen Übergang von kapazitiven zu induktiven Blindwiderständen, gefolgt von einem zweiten, schnelleren Übergang von induktiven zu kapazitiven Blindwiderständen wiederholt sich qualitativ auch bei höheren Frequenzwerten.

**[0042]** Diejenigen Frequenzen, bei denen der Blindwiderstand verschwindet ( $X_2 = 0$ ), werden als Resonanzfrequenzen bezeichnet. Nulldurchgänge mit positiver Steigung, d.h. Übergänge von kapazitiven zu induktiven Blindwiderständen, werden hierbei als sog. Serienresonanzfrequenzen  $f_{s1}$ ,  $f_{s2}$ ,  $f_{s3}$ , ..., Nulldurchgänge mit negativer Steigung, d.h. Übergänge von induktiven zu kapazitiven Werten dagegen als sog. Parallelresonanzfrequenzen  $f_{p1}$ ,  $f_{p2}$ , ... bezeichnet. Die niedrigste Serienresonanzfrequenz wird auch als die "erste" Serienresonanzfrequenz  $f_{s1}$  und die niedrigste Parallelresonanzfrequenz als die "erste" Parallelresonanzfrequenz  $f_{p1}$  bezeichnet.

**[0043]** Aus dem in Fig. 2a dargestellten Kurvenverlauf des Realteils von  $Z_2$  ist zu erkennen, daß der Wirkwiderstand  $R_2$  der Antenne bei niedrigeren Frequenzen  $f$  zunächst schwach ausgeprägt ist, dann mit steigender Frequenz zunächst langsam, dann schnell bis auf einen Maximalwert ansteigt und von diesem zunächst stark, dann schwach bis auf einen Minimalwert abfällt. Dieser wellen- oder U-förmige Verlauf des Wirkwiderstands  $R_2$  über der

Frequenz  $f$  wiederholt sich qualitativ bei höheren Frequenzwerten. Wie aus Fig. 2a zu erkennen ist, treten die Maximalwerte des Wirkwiderstandes  $R_2$  bei den Parallelresonanzfrequenzen  $f_{p1}$ ,  $f_{p2}$ ,  $f_{p3}$ , ... und die Minimalwerte bei den Serienresonanzfrequenzen  $f_{s1}$ ,  $f_{s2}$ , ... auf.

**[0044]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die in Figur 2 dargestellten Kurvenverläufe des Wirk- und Blindwiderstandes der Antenne in horizontaler Richtung, d.h. in Richtung der Frequenzachse zu strecken bzw. zu stauchen, indem die (Weg)Länge  $L$  der beiden spiralförmigen Antennenzweige variiert wird. Je länger die Antennenzweige hierbei gewählt werden, umso mehr werden die Kurvenverläufe zur Ordinate hin gestaucht. Je kürzer die Antennenzweige gewählt werden, umso mehr werden die Verläufe nach rechts, d.h. zu größeren Frequenzwerten, gedehnt. Die Variation der zweiglänge  $L$  erfolgt hierbei vorteilhaft nicht (nur) in ganzzahligen Vielfachen von vollständigen (360 Grad) Umdrehungen der Zweige um den zentralen Bereich, sondern kontinuierlich bzw. in Schritten mit kleiner Schrittweite.

**[0045]** Hierdurch eröffnet sich die Möglichkeit, mittels einer entsprechenden Wahl (Festlegung) der Zweiglänge  $L$  die Eingangsimpedanz  $Z_2$  der Antenne 16 (Fig. 1) im gewünschten Betriebsfrequenzbereich an die konjugiert komplexen Werte der Eingangsimpedanz  $Z_1$  der Empfangsschaltung 17 anzugleichen und so eine vollständige, zumindest jedoch eine teilweise Impedanzanpassung ohne separate Bauteile zu erreichen.

**[0046]** Erfindungsgemäß wird die Zweiglänge  $L$  so gewählt, daß eine der Serienresonanzfrequenzen  $f_{s1}$ ,  $f_{s2}$ ,  $f_{s3}$ , ... der Antenne unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs  $f_B$  und die nächsthöhere der Parallelresonanzfrequenzen  $f_{p1}$ ,  $f_{p2}$ , ... der Antenne oberhalb des Betriebsfrequenzbereichs liegt. Mit der "nächsthöheren" Parallelresonanzfrequenz ist hierbei die niedrigste derjenigen Parallelresonanzfrequenzen gemeint, die größer sind als die eine, unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs liegende, Serienresonanzfrequenz. Indem die Zweiglänge  $L$  also derart gewählt wird, daß der gewünschte Betriebsfrequenzbereich  $f_B$  zwischen einer Serienresonanzfrequenz  $f_{sk}$  mit  $k=1, 2, 3, \dots$  und der nächsthöheren Parallelresonanzfrequenz  $f_{pk}$  (mit demselben Wert des Index  $k$ ) liegt, wird gemäß Fig. 2b sichergestellt, daß die Antenne im Betriebsfrequenzbereich induktive Blindwiderstandswerte  $X_2 > 0$  aufweist. Ohne separate Bauteile zur Impedanzanpassung zwischen Antenne 16 und Empfangsschaltung 17 nähert sich damit die Eingangsimpedanz  $Z_2$  der Antenne infolge der erfindungsgemäßen Wahl der zweiglänge  $L$  dem konjugiert komplexen Wert  $Z_1' = R_1 - j \cdot X_1$  der kapazitiven Eingangsimpedanz  $Z_1 = R_1 + j \cdot X_1$  (mit  $X_1 < 0$ ) der Empfangsschaltung, so daß Leistungsverluste reduziert werden und sich daher höhere Reichweiten ergeben.

**[0047]** Wie nahe auf diese Weise die induktive Eingangsimpedanz  $Z_2$  der Antenne an die ebenfalls induktive Impedanz  $Z_1'$  herangeführt werden kann, hängt von vielen, insbesondere aber den folgenden Randbedingungen ab: a) der frequenzmäßigen Lage und Breite des

gewünschten Betriebsfrequenzbereichs fB, b) dem Wert der kapazitiven Eingangsimpedanz Z1 der Empfangsschaltung 17 sowie dessen Verlauf im Betriebsfrequenzbereich, und c) der genauen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Antenne (Form der Antennenzweige, Breite der Zweige, Abstände zwischen den Zweigen, Realisierung der Antenne etc.).

**[0048]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Zweiglänge L so gewählt, daß die induktive Eingangsimpedanz Z2 der Antenne Werte aufweist, die im Betriebsfrequenzbereich fB derart an die Impedanz Z1' angenähert sind bzw. mit Z1' übereinstimmen, daß zwischen Antenne 16 und integrierter Empfangsschaltung 17 keine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist. Dies ist insbesondere bei Betriebsfrequenzbereichen fB, die deutlich weniger breit sind als die Differenzen fp1-fs1, fp2-fs2, etc. oder bei flachen Verläufen von Z1 und Z2 im Betriebsfrequenzbereich, aber auch bei breiteren Betriebsfrequenzbereichen möglich, sofern die Werte von Z1 nicht allzu ungünstig liegen (ungünstige Werte sind hierbei sehr hohe oder extrem niedrige Wirkwiderstände R1, sowie sehr hohe Blindwiderstände |X1|). Da in diesen Fällen keine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist, kann der IC vorteilhaft ohne Beschränkungen durch Bauelemente zur Impedanzanpassung direkt im zentralen Bereich der Antennenzweige plaziert werden, so daß besonders einfache und kostengünstige, aber dennoch leistungsstarke Transponderrealisierungen mit großen Reichweiten ermöglicht werden.

**[0049]** Beispielsweise unter den vorstehend mit Bezug auf Fig. 1 erläuterten Randbedingungen kann die Länge L der beiden spiralförmigen Antennenzweige so gewählt werden, daß zwischen Antenne 16 und integrierter Empfangsschaltung 17 keine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist und dennoch höhere Reichweiten und ein breitbandiger Empfang erreicht werden. Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Antennen sind für diesen Fall nachstehend mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 beschrieben.

**[0050]** Die Figuren 3 und 4 zeigen Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Antennen für einen rückstreuungsbasierten RFID-Transponder gemäß der vorstehenden Beschreibung von Figur 1.

**[0051]** Bei allen dargestellten Ausführungsbeispielen handelt es sich um planare Antennen, deren Zweige jeweils in einer gemeinsamen Ebene liegen.

**[0052]** Die beiden Antennenzweige jedes Ausführungsbeispiels unterscheiden sich nur durch eine Drehung um 180 Grad voneinander. Sie sind damit in ihrer äußeren Form identisch ausgestaltet.

**[0053]** Vorzugsweise umfassen die beiden Antennenzweige jeweils eine dünne leitfähige Schicht z.B. aus Kupfer, Silber etc., die auf einem gemeinsamen Substrat z.B. aus Polyimid oder auf einer Leiterplatte ausgebildet ist. Vorzugsweise ist auf diesem Substrat auch die integrierte Empfangsschaltung 17 (Fig. 1) des Transponders

ausgebildet, die vorteilhaft in einem zentralen Bereich der jeweiligen Antenne angeordnet ist. Alternativ kann die dünne leitfähige Schicht auf einer Folie aufgebracht sein, auf der mittels Flip-Chip-Technik die integrierte Empfangsschaltung angeordnet ist. Der aus Antenne und integrierter Empfangsschaltung bestehende Transponder wird schließlich an dem zu identifizierenden Gegenstand angebracht.

**[0054]** Die Zweiglänge L ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen jeweils so gewählt, daß der Frequenzbereich von ca. 840 MHz bis ca. 960 MHz zwischen der jeweils niedrigsten Serienresonanzfrequenz fs1 und der jeweils niedrigsten Parallelresonanzfrequenz fp1 der Antenne liegt, was jeweils Antennenzweige zur Folge hat, die im wesentlichen zwei volle Umdrehungen (360 Grad) um den zentralen Bereich beschreiben.

**[0055]** Zur Erhöhung der Breitbandigkeit weisen alle dargestellten Ausführungsbeispiele Antennenzweige auf, deren Zweigbreite W quer zum Zweig sich entlang des Zweiges ändert. Diese Änderung der Zweigbreite kann kontinuierlich entlang des Zweiges oder aber sprunghaft in Schritten erfolgen. Ausgehend vom zentralen Bereich nimmt die zweigbreite W nach außen hin im allgemeinen zu.

**[0056]** Figur 3 zeigt jeweils in einer Draufsicht ein erstes, ein zweites und ein bevorzugtes drittes Ausführungsbeispiel.

**[0057]** In diesen Ausführungsbeispielen weist jede Antenne 20 zwei Zweige 21, 22 auf, die bis auf eine Drehung um 180 Grad identisch ausgestaltet sind und sich spiralförmig in ovalen Windungen von einem zentralen Bereich 23 nach außen erstrecken, wobei jeder Zweig im wesentlichen zwei Drehungen um jeweils 360 Grad beschreibt.

**[0058]** Jeder der Antennenzweige 21 und 22 bildet eine innere Radialwendel 21a bzw. 22a und eine äußere Radialwendel 21b bzw. 22b, die den jeweiligen Zweig begrenzen. Die Radialwendeln 21a, 21b, 22a, 22b gehorchen hierbei einer logarithmischen Funktion, weshalb dieser Antennentyp auch als logarithmische Spiralantenne bezeichnet wird.

**[0059]** Ausgehend vom zentralen Bereich 23 weist jeder Antennenzweig 21, 22 eine Zweiglänge L entlang des Zweiges und eine Zweigbreite W quer zum Zweig auf, wobei die Zweiglänge L wie vorstehend beschrieben erfindungsgemäß gewählt wird und sich die Zweigbreite W entlang des Zweiges kontinuierlich ändert.

**[0060]** Wie in Fig. 3 aus den im zentralen Antennenbereich 23 vorgesehenen Kontaktflächen zu erkennen ist, können die Antennenzweige 21, 22 an diesen Kontaktflächen direkt von der integrierten Empfangsschaltung 17 des Transponders 15 kontaktiert werden. Die integrierte Empfangsschaltung 17 ist im zentralen Bereich 23 angeordnet und vorzugsweise auf demselben Substrat ausgebildet, auf dem auch die Antennenzweige 21, 22 ausgebildet sind. Hierdurch vereinfacht sich vorteilhaft die Implementierung des Transponders.

**[0061]** Das in Fig. 3a dargestellte erste Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch relativ breite Antennenzwei-

ge 21, 22 aus, deren Breite ausgehend vom zentralen Bereich 23 nach außen hin im allgemeinen zunimmt. Entlang jedes Zweiges nimmt die Breite in jeder Umdrehung abschnittsweise zu und ab, so daß sich ein "periodischer" Anstieg der Breite ergibt. Jeder Zweig beschreibt hierbei exakt zwei volle 360-Grad-Umdrehungen um den zentralen Bereich 23. in x-Richtung hat diese Antenne eine Ausdehnung von ca. 8,3 cm, in y-Richtung ca. 3,6 cm.

**[0062]** Im Frequenzbereich von ca. 840 MHz bis ca. 960 MHz weist das erste Ausführungsbeispiel induktive Eingangsimpedanzen Z2 mit Werten des Wirkwiderstandes R2 zwischen ca. 4 und ca. 37 Ohm und Werten des Blindwiderstands X2 zwischen ca. 160 und ca. 370 Ohm auf. Damit ist die Eingangsimpedanz Z2 hinreichend an die konjugiert komplexen Werte der Eingangsimpedanz Z1 der Empfangsschaltung 17 des Transponders 15 angeglichen, der vorstehend mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben ist. Eine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung ist vorteilhaft nicht erforderlich.

**[0063]** Das in Fig. 3b dargestellte zweite Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch relativ schmale Antennenzweige 21, 22 aus, die in einem relativ großen Abstand zueinander angeordnet sind. Die Breite jedes Zweiges nimmt ausgehend vom zentralen Bereich 23 im allgemeinen wiederum nach außen hin zu, während sich entlang des Zweiges wiederum ein "periodischer Anstieg" ergibt. Am äußeren Ende des Zweiges nimmt die Breite kontinuierlich ab. Jeder Zweig beschreibt hierbei ca. 2,1 volle 360-Grad-Umdrehungen um den zentralen Bereich 23. In x-Richtung hat diese Antenne eine Ausdehnung von ca. 6,8 cm, in y-Richtung ca. 3,3 cm, so daß die von der Antenne belegte Fläche vorteilhaft um ca. 25% kleiner ist als beim ersten Ausführungsbeispiel.

**[0064]** Im o.g. Frequenzbereich weist das zweite Ausführungsbeispiel induktive Eingangsimpedanzen Z2 mit Werten des Wirkwiderstandes R2 zwischen ca. 4 und ca. 16 Ohm und Werten des Blindwiderstands X2 zwischen ca. 180 und ca. 370 Ohm auf. Eine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung ist vorteilhaft auch hier nicht erforderlich.

**[0065]** Das in Fig. 3c dargestellte dritte Ausführungsbeispiel zeichnet sich im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel aus Fig. 3a durch eine Streckung in Richtung der x-Achse und eine Stauchung in Richtung der y-Achse aus. Die Breite jedes Zweiges nimmt wiederum nach außen hin im allgemeinen zu und entlang des Zweiges periodisch zu und ab. Jeder Zweig beschreibt genau zwei volle 360-Grad-Umdrehungen um den zentralen Bereich 23. in x-Richtung hat diese Antenne eine Ausdehnung von ca. 10 cm, in y-Richtung ca. 1,6 cm, so daß sich diese Antenne insbesondere für eine Herstellung auf einem Band und/oder für Anwendungen eignet, bei denen eine längliche Fläche für die Antenne zur Verfügung steht. Die von dieser Antenne belegte Fläche ist vorteilhaft um ca. 45% kleiner als beim ersten Ausführungsbeispiel.

**[0066]** Im o.g. Frequenzbereich weist das dritte Ausführungsbeispiel induktive Eingangsimpedanzen Z2 mit

Werten des Wirkwiderstandes R2 zwischen ca. 4 und ca. 35 Ohm und Werten des Blindwiderstands X2 zwischen ca. 170 und ca. 400 Ohm auf. Eine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung ist vorteilhaft auch hier nicht erforderlich.

**[0067]** Aufgrund der geringen Steilheit der Verläufe der Impedanz über der Frequenz weisen die in Fig. 3 dargestellten Antennen eine hohe Bandbreite auf. Die Bandbreite des Gesamtsystems (Transponder) hängt stark von der Impedanz der integrierten Empfangsschaltung, vom Antennensubstratträger und vom Untergrund, auf dem der Transponder angebracht ist, ab. Untersuchungen der Anmelderin haben Bandbreiten des Gesamtsystems von über 30 MHz ergeben.

**[0068]** Anstelle der mit Bezug auf Fig. 3 beschriebenen Spiralantennen mit ovalen Windungen können auch solche mit kreisrunden Windungen vorgesehen werden, wenn z.B. eine quadratische oder kreisrunde Fläche für die Antenne zur Verfügung steht. In diesem Falle nimmt die Breite jedes Zweiges ausgehend vom zentralen Bereich 23 kontinuierlich und monoton entlang des Zweiges zu - evtl. mit Ausnahme eines langsam auslaufenden Zweigendes analog zu Fig. 3b.

**[0069]** Figur 4 zeigt in einer perspektivischen Ansicht ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antenne.

**[0070]** In diesem Ausführungsbeispiel weist die Antenne 30 zwei Zweige 31, 32 auf, die bis auf eine Drehung um 180 Grad identisch ausgestaltet sind und sich spiralförmig in eckigen Windungen von einem zentralen Bereich 33 nach außen erstrecken, wobei jeder Zweig 2,25 Drehungen um jeweils 360 Grad beschreibt.

**[0071]** Jeder der Antennenzweige 31 und 32 weist hierbei mehrere gerade zweigabschnitte auf, die in Winkeln von jeweils 90 Grad zueinander angeordnet sind. Dieser Antennentyp wird auch als polygonale Spiralantenne bezeichnet. Neben rechten Winkeln können auch andere Winkel zwischen den Zweigabschnitten vorgesehen werden, so daß sich fast beliebige Anzahlen von Ecken pro voller Umdrehung eines Zweiges realisieren lassen. Weiterhin können die Windungen auch rechteckig statt quadratisch ausgebildet sein.

**[0072]** Ausgehend vom zentralen Bereich 33 weist jeder Antennenzweig 31, 32 eine Zweiglänge L entlang des Zweiges und eine Zweigbreite W quer zum Zweig auf, wobei die Zweiglänge L wie vorstehend beschrieben erfindungsgemäß gewählt wurde und sich die Zweigbreite W entlang des Zweiges ändert.

**[0073]** Die Antennenzweige 31, 32 sind im zentralen Bereich 33 direkt mit der integrierten Empfangsschaltung 17 des Transponders 15 verbunden. Die integrierte Empfangsschaltung 17 ist im zentralen Bereich 33 angeordnet und vorzugsweise auf demselben Substrat ausgebildet, auf dem auch die Antennenzweige ausgebildet sind. Hierdurch vereinfacht sich die Implementierung des Transponders.

**[0074]** Die Breite W der Antennenzweige bleibt vorzugsweise in jedem geraden Zweigabschnitt konstant,

ändert sich aber "sprunghaft" in den Ecken. Ausgehend vom zentralen Bereich 33 kann der erste gerade Abschnitt eine erste Breite aufweisen, der nächste gerade Abschnitt eine zweite, größere Breite, und der dritte Abschnitt eine dritte (im Vergleich zu zweiten Breite wiederum) größere Breite etc.. Alternativ zu einer solchen stückweise konstanten Breite entlang der Antennenzweige kann die Zweigbreite aller oder nur bestimmter Antennenzweige ausgehend vom zentralen Bereich entlang des Zweiges linear zunehmen.

**[0075]** Die in Fig. 4 gezeigte Antenne hat eine x-/y-Ausdehnung von ca. 7cm x 7cm. Im o.g. Frequenzbereich weist das vierte Ausführungsbeispiel induktive Eingangsimpedanzen  $Z_2$  mit werten des Wirkwiderstandes  $R_2$  zwischen ca. 7 und ca. 30 Ohm und Werten des Blindwiderstands  $X_2$  zwischen ca. 100 und ca. 240 Ohm auf. Je nach Lage des Betriebsfrequenzbereichs ist eine separate Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung nicht erforderlich.

**[0076]** Obgleich die vorliegende Erfindung vorstehend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie nicht darauf beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar. So ist die Erfindung beispielsweise weder auf passive oder semi-passive Transponder, noch auf die angegebenen Frequenzbänder, die angegebenen Impedanzwerte der integrierten Empfangsschaltung oder die gezeigten Formen der Windungen der Antennenzweige etc. beschränkt. Die Erfindung kann vielmehr vorteilhaft in unterschiedlichsten kontaktlosen Kommunikationssystemen eingesetzt werden.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0077]**

10	RFID-system
11	Basisstation, schreib-/Lesegerät, Lesegerät, Reader
12	Antenne der Basisstation
13	Sende-/Empfangseinheit der Basisstation
14	Kontrolleinheit der Basisstation
15	Transponder bzw. Remote Sensor
16	Antenne des Transponders
17	integrierte Empfangsschaltung des Transponders
20	Antenne des Transponders
21, 22	erster bzw. zweiter Antennenzweig
21a, 22a	innere Radialwendel des ersten bzw. zweiten Antennenzweiges
21 b, 22b	äußere Radialwendel des ersten bzw. zweiten Antennenzweiges
23	zentraler Bereich der Antenne
30	Antenne des Transponders
31, 32	erster bzw. zweiter Antennenzweig
33	zentraler Bereich der Antenne
EIRP	emitted isotropic radiated power
ERP	emitted radiated power

ISM industrial, scientific, medical (Frequenzband bei 2,4 GHz)  
RFID Radio frequency identification

5	fB	Betriebsfrequenzbereich
	fp1	niedrigste Parallelresonanzfrequenz der Antenne
	fp2	zweitniedrigste Parallelresonanzfrequenz der Antenne
10	fs1	niedrigste Serienresonanzfrequenz der Antenne
	fs2	zweitniedrigste Serienresonanzfrequenz der Antenne
	L	Zweiglänge
15	R1, R2	Wirkwiderstand von Z1 bzw. Z2, Realteil von Z1 bzw. Z2
	W	zweigbreite
	X1, X2	Blindwiderstand von Z1 bzw. Z2, Imaginärteil von Z1 bzw. Z2
20	$Z_1=R_1+jX_1$	Eingangsimpedanz der integrierten Empfangsschaltung
	$Z_2=R_2+jX_2$	Eingangsimpedanz der Antenne

#### 25 **Patentansprüche**

1. Antenne (16; 20; 30) für einen rückstreubasierten RFID-Transponder (15) mit einer kapazitiven Eingangsimpedanz ( $Z_1$ ) aufweisenden integrierten Empfangsschaltung (17) zum Empfangen eines spektral in einem Betriebsfrequenzbereich (fB) liegenden Funksignals, beinhaltend:

30 a) zwei Antennenzweige (21, 22; 31, 32), die sich spiralförmig von einem zentralen Bereich (23; 33), in dem die Antennenzweige mit der integrierten Empfangsschaltung (17) verbindbar sind, nach außen erstrecken,  
35 **dadurch gekennzeichnet, daß**  
b) jeder Antennenzweig eine Zweiglänge (L) entlang des Zweiges (21, 22; 31, 32) aufweist, die so gewählt ist, daß eine der Serienresonanzfrequenzen (fs1, fs2) der Antenne unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs (fB) und die nächsthöhere Parallelresonanzfrequenz (fp1, fp2) der Antenne oberhalb des Betriebsfrequenzbereichs (fB) liegt.

2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zweiglänge (L) so gewählt ist, daß die Antenne Werte einer induktiven Eingangsimpedanz ( $Z_2$ ) aufweist, die im Betriebsfrequenzbereich (fB) derart an die konjugiert komplexen Werte der kapazitiven Eingangsimpedanz ( $Z_1$ ) angenähert sind, daß zwischen Antenne und integrierter Empfangsschaltung (17) keine Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist.

3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zweiglänge (L) so gewählt ist, daß diejenige der Serienresonanzfrequenzen ( $f_{s1}$ ,  $f_{s2}$ ) unterhalb des Betriebsfrequenzbereichs (fB) liegt, die dazu führt, daß die Antenne Werte einer induktiven Eingangsimpedanz ( $Z_2$ ) aufweist, die im Betriebsfrequenzbereich (fB) derart an die konjugiert komplexen Werte der kapazitiven Eingangsimpedanz ( $Z_1$ ) angenähert sind, daß zwischen Antenne und integrierter Empfangsschaltung (17) keine Schaltungsanordnung zur Impedanzanpassung erforderlich ist.
4. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Serienresonanzfrequenz ( $f_{s1}$ ,  $f_{s2}$ ) der niedrigsten Serienresonanzfrequenz ( $f_{s1}$ ) der Antenne entspricht.
5. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Antennenzweig ausgestaltet ist, mindestens eine volle Umdrehung, insbesondere mindestens 1,5 volle Umdrehungen, um den zentralen Bereich (23; 33) zu beschreiben.
6. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Antennenzweig eine Zweigbreite (W) quer zum Zweig aufweist und sich die zweigbreite (W) entlang des Zweiges ändert.
7. Antenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zweigbreite (W) ausgehend vom zentralen Bereich (23; 33) nach außen hin zunimmt.
8. Antenne (16; 20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Antennenzweig (21, 22) eine innere Radialwendel (21a, 22a) und eine äußere Radialwendel (21b, 22b) bildet.
9. Antenne nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die innere Radialwendel und die äußere Radialwendel einer logarithmischen Funktion folgen.
10. Antenne (16; 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenzweige (31, 32) polygonal oder stückweise gerade ausgestaltet sind.
11. Antenne nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zweigbreite entlang des Zweiges stückweise konstant ist.
12. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenzweige in ihrer äußeren Form identisch ausgestaltet sind.
13. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenzweige planar ausgestaltet sind und in einer gemeinsamen Ebene liegen.
14. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Antennenzweig eine dünne leitfähige Schicht umfaßt, die auf einem Substrat ausgebildet ist.
15. Rückstreubasierter RFID-Transponder (15), beinhaltend:
- a) eine integrierte Empfangsschaltung (17) mit einer kapazitiven Eingangsimpedanz ( $Z_1$ ),
  - b) eine mit der integrierten Empfangsschaltung (17) verbundene Antenne (16; 20; 30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
16. Rückstreubasierter RFID-Transponder nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die integrierte Empfangsschaltung (17) im zentralen Bereich (23; 33) der Antennenzweige angeordnet ist.
17. Rückstreubasierter RFID-Transponder nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Antennenzweig eine dünne leitfähige Schicht umfaßt, die auf einem Substrat ausgebildet ist, und die integrierte Empfangsschaltung (17) auf dem Substrat ausgebildet ist.
18. Rückstreubasierter RFID-Transponder nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die kapazitive Eingangsimpedanz ( $Z_1$ ) einen Wirkwiderstand (R1) und einen Blindwiderstand (X1) aufweist, wobei der Wert des Blindwiderstands (X1) betragsmäßig größer ist als der Wert des Wirkwiderstands (R1).
19. Rückstreubasierter RFID-Transponder nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Transponder passiv oder semipassiv ausgestaltet ist.
20. Rückstreubasierter RFID-Transponder nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betriebsfrequenzbereich (fB) im UHF- oder im Mikrowellen-Frequenzbereich liegt.

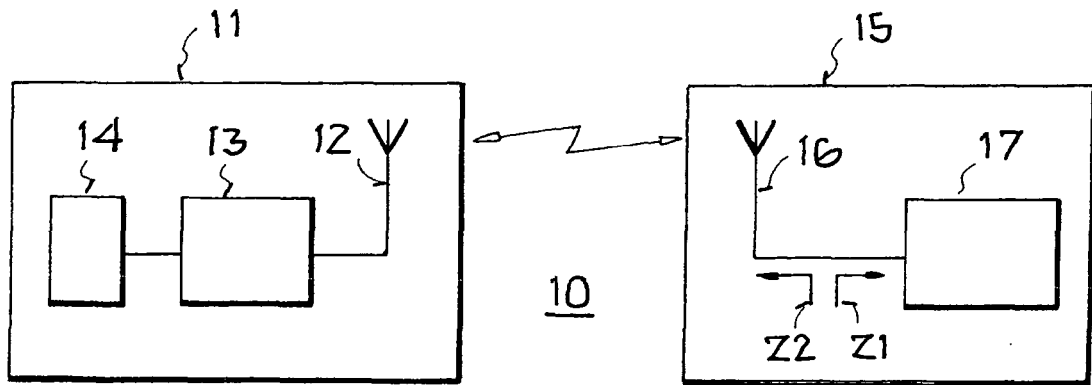


FIG. 1

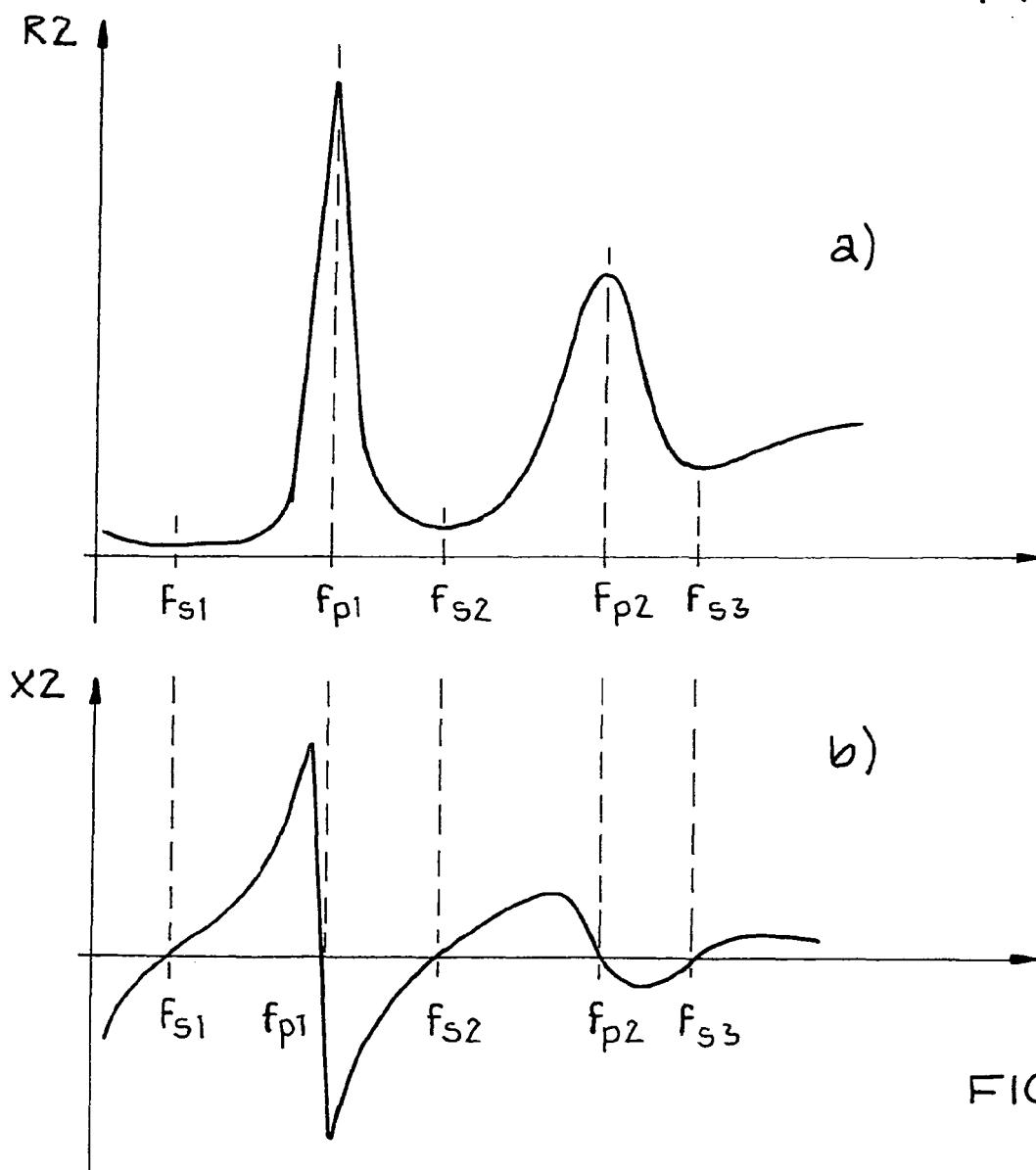


FIG. 2

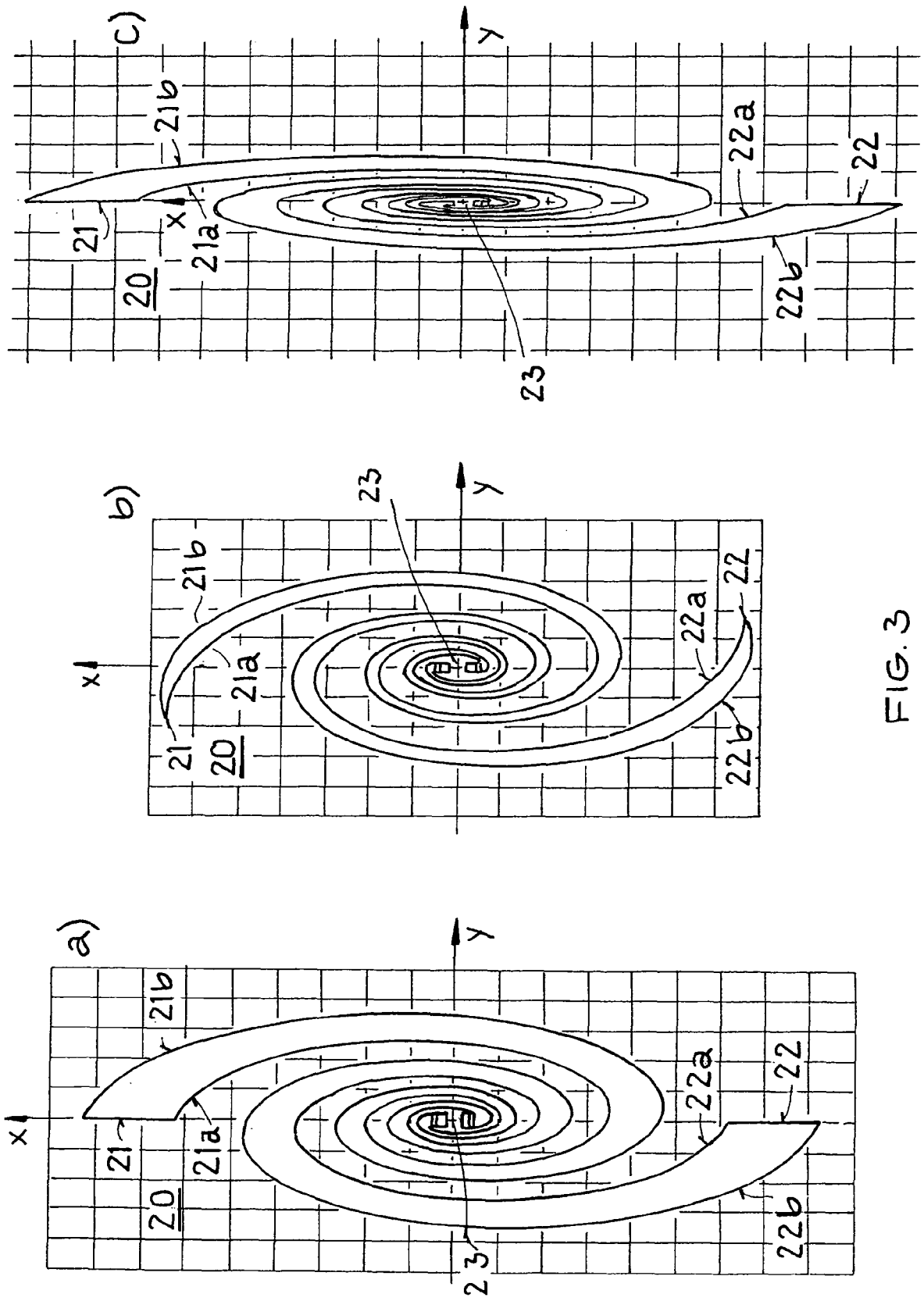


FIG. 3

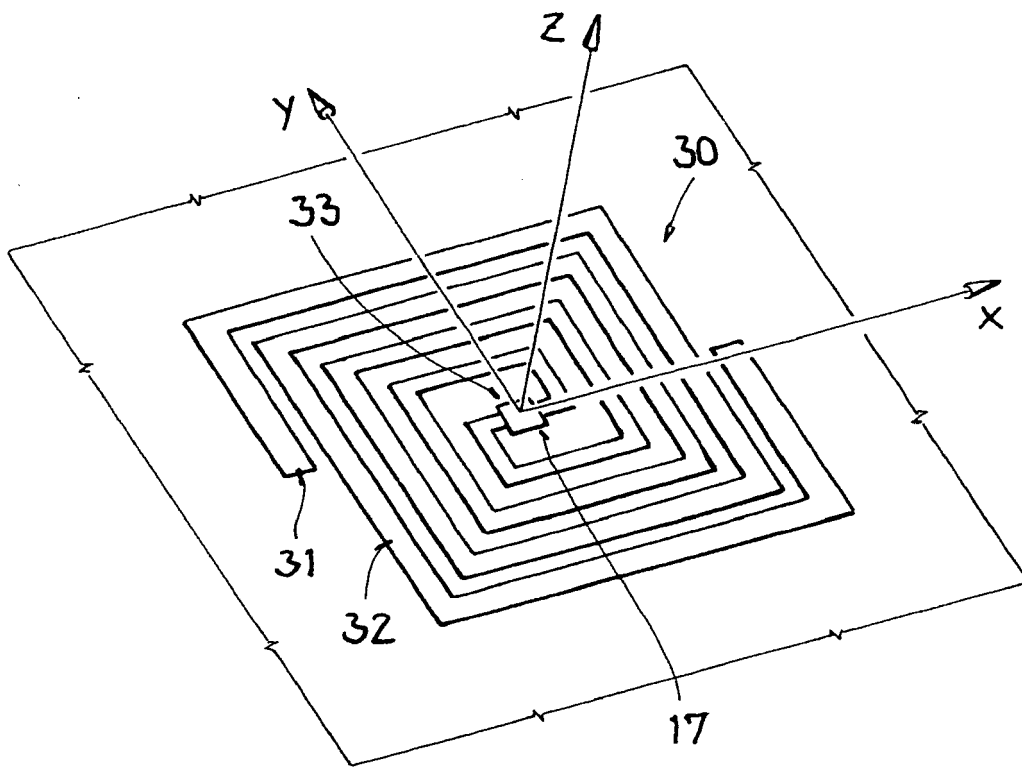


FIG. 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/056823 A1 (ZUK PHILIP C [US] ET AL ZUK PHILIP C [US] ET AL) 25. März 2004 (2004-03-25)	1,4-9, 12-20	INV. G06K19/077 H01Q9/27
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 6 *  * Absätze [0013], [0017], [0026], [0027], [0032], [0034], [0036] * -----	2,3,10, 11	H01Q1/22 H01Q1/36
Y	THAYSEN J ET AL: "A Logarithmic Spiral Antenna for 0.4 to 3.8 GHz" APPLIED MICROWAVE AND WIRELESS, J.F. WHITE PUBLICATIONS, WINCHESTER, MA, US, Februar 2001 (2001-02), Seiten 32,34,36,38,40,42,44-45, XP002992391 ISSN: 1075-0207 * Seite 32, linke Spalte; Abbildungen 1,3,12 * * Seite 34, rechte Spalte, Zeilen 43-53 * * Seite 36, rechte Spalte, Zeilen 2-5 * * Seite 38, linke Spalte * -----	2,3	
Y	US 5 313 216 A (WANG JOHNSON J H [US] ET AL) 17. Mai 1994 (1994-05-17) * Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildungen 1,6,8 * * Spalte 5, Zeilen 32-40 * * Spalte 11, Zeilen 42-66 * -----	10,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  G06K H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>23. April 2007</b>	Prüfer <b>Jäschke, Holger</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 00 1224

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-04-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004056823 A1	25-03-2004	KEINE	
US 5313216 A	17-05-1994	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10393263 T5 [0013]