

(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  
10. Mai 2001 (10.05.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/33489 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G06K 7/00** Platz 7, 81539 München (DE). **ZORN, Gerhard** [DE/DE];  
Hohenkirchner Strasse 6 b, 85653 Aying (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03882
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. November 2000 (06.11.2000)
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): BR, CN, IN, JP, KR, MX, RU, UA, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 199 53 334.2 5. November 1999 (05.11.1999) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).
- Veröffentlicht: — *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **GUNTERSDORFER, Max** [DE/DE]; Herzog-Siegmond-Weg 16, 85604 Zorneding (DE). **ZARSCHIZKY, Helmut** [DE/DE]; Grünstadter
- 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.*



**WO 01/33489 A2**

(54) Title: REMOTE-READABLE IDENTIFICATION TAG AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

(54) Bezeichnung: FERNAUSLESBARE IDENTIFIKATIONSMARKE UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SOLCHEN

(57) Abstract: The invention relates to a remote-readable identification tag that is provided with at least two circuits and at least one transmitter/receiver antenna system coupled with the circuits which is characterized in that at least two circuits have a different resonant frequency.

(57) Zusammenfassung: Die fernauslesbare Identifikationsmarke weist mindestens zwei Schwingkreise und mindestens ein mit den Schwingkreisen gekoppeltes Send-/Empfangs-Antennensystem auf, das dadurch gekennzeichnet ist, daß mindestens zwei Schwingkreise eine unterschiedliche Eigenfrequenz aufweisen.

## Beschreibung

Fernauslesbare Identifikationsmarke und Verfahren zum Betrieb einer solchen

5

Die Erfindung betrifft eine fernauslesbare Identifikationsmarke, ein Verfahren zur fernauslesbaren Identifikation mittels Radiowellen und entsprechende Verwendungen.

10 Beispielsweise aus Siemens-Welt 6/98 oder aus einer Werbeveröffentlichung der Siemens AG ist eine fernauslesbare Identifikationsmarke (Systeme "MOBY") bekannt, welche eine digital gespeicherte Identifikationsnummer von bis zu 40 Bit Länge aufweist. Die Realisierung der digitalen Identifikationsnummer geschieht mittels mehrerer durch Radiowellen anregbarer Schwingkreise ("Radio Frequency Identification Tags" oder "RFID-Tags"), die auf der Identifikationsmarke vorhanden sind. Die Radiowellen (typischerweise im Bereich von KHz bis GHz, insbesondere von MHz bis GHz) liegen z. B. beim System "MOBY-F" auf 125 KHz und bei "MOBY-V" auf 433 MHz. Jeder Schwingkreis entspricht der Darstellung eines Bits ("1-Bit RFID-Tag"). Mehrere Schwingkreise sind entsprechend der Länge der Identifikationsnummer in eine Identifikationsmarke integriert.

25

Ein Auslesung von Daten geschieht bisher so, daß von außen ein Impuls an die Identifikationsmarke gesendet wird, z. B. bei MOBY-F auf 125 KHz, und die einzelnen 1-Bit RFID-Tags sequentiell, also zeitverzögert nacheinander, Impulse auf der im wesentlichen gleichen Wellenlänge wieder abstrahlen. Durch Aufnahme der sequentiellen Radiosignale ergibt sich im Lesegerät die Identifikationsnummer. Die sequentielle Abstrahlung der Signale der einzelnen 1-Bit RFID-Tags wird u.a. durch unterschiedlich dimensionierte Verzögerungsvorrichtungen realisiert.

35

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zur schnellen Fernabfrage zu schaffen.

5 Diese Aufgabe wird durch eine fernauslesbare Identifikationsmarke gemäß Patentanspruch 1, eine Verwendung der fernauslesbare Identifikationsmarke gemäß Anspruch 8 und ein Verfahren zur fernauslesbaren Identifikation gemäß Patentanspruch 9 gelöst.

10 Die fernauslesbare Identifikationsmarke weist mindestens zwei Schwingkreise auf sowie mindestens ein mit den Schwingkreisen gekoppeltes Sende-/Empfangs-Antennensystem. Weiterhin sind mindestens zwei Schwingkreise so beschaffen, daß sie eine zueinander unterschiedliche Eigenfrequenz aufweisen.

15 Eine dem Schwingkreis inhärente Eigenschaft ist es, mindestens eine Eigenfrequenz aufzuweisen. Durch die Kopplung mit dem Sende-/Empfangs-Antennensystem können vom Antennensystem aufgenommene Signale in die Schwingkreise eingespeist werden,  
20 welche dadurch selbst zur Schwingung angeregt werden. Die Stärke der Schwingung in den Schwingkreisen ist um so größer, je näher die Frequenz der aufgenommenen Signale an der Eigenfrequenz der Schwingkreise liegt. Dies ist gleichbedeutend damit, daß ein Schwingkreis der Identifikationsmarke nur zu  
25 einer signifikanten Schwingung angeregt wird, wenn die Frequenz des vom Antennensystem aufgenommenen Signals innerhalb eines Bereichs um die Eigenfrequenz des jeweiligen Schwingkreises liegt. Die Breite des Bereichs wird im wesentlichen von der Halbwertsbreite des Schwingkreises bestimmt. Der  
30 Schwingkreis schwingt je nach Güte relativ lang nach.

Schwingt der Schwingkreis signifikant, ist er also mindestens annähernd in Resonanz, so wird sein Signal an das Sende-/Empfangs-Antennensystem zurückgeführt und wieder abgestrahlt. Dadurch kann die Anwesenheit eines Schwingkreises in  
35 einem angeregten Feld nachgewiesen werden.

Der Schwingkreis kann als 1 Bit-Informationsträger aufgefaßt werden, z. B. mit Zustand "1" bei Anwesenheit und Zustand "0" bei Abwesenheit.

5 Das Bitmuster einer Identifikationsmarke wird bestimmt durch die Zahl der Schwingkreise mit unterscheidbaren Eigenfrequenzen. Eine Multibit-Identifikationsmarke mit zwei oder mehr dieser Schwingkreise kann also eine Multi-Bit-Sequenz mit dem  
10 Mustern aller Eigenfrequenzen aussenden. Durch Festlegung der angeschalteten Schwingkreise ist somit eine eindeutige Kodierung bzw. Identifikation möglich. Beispielsweise kann eine 40-Bit- oder 80-Bit-Kodierung ähnlich der eines Barcodes realisiert sein.

15 Der Platzbedarf der Identifikationsmarke ist unter anderem abhängig von der Eigenfrequenz der Schwingkreise. Bei einem in industrieller Anwendung typischen Frequenzband von 80 MHz um eine Frequenz von 2,45 GHz bewegen sich die Abmessungen eines Schwingkreises im Bereich einiger  $\text{mm}^2$ . Beispielsweise  
20 bei 80 Schwingkreisen, entsprechend einer 80-Bit-Kodierung, die jeweils 1 MHz auseinanderliegen, beträgt der ungefähre Platzbedarf der Identifikationsmarke wenige  $\text{cm}^2$ . Dieser Platzbedarf ist aber konstruktiv noch verringerbar.

25 Die Einstellung des Bitmusters, d. h. ein Vorhandensein der entsprechend funktionierenden Schwingkreise, kann in einer Produktion erfolgen oder beim Verwender. Die Einstellung des Bitmusters beim Verwender kann z. B. durch Beschädigen oder Kurzschließen einzelner Schwingkreise geschehen, z. B. mit-  
30 tels Laserstrahlung.

Die Anregung eines Multibit-Tags kann z. B. mittels einer gleichzeitigen mehrfrequentigen Anregung erfolgen oder auch mittels eines sog. Chirp-Pulses, bei dem ein Frequenzbereich  
35 überstrichen wird, der mindestens zwei Eigenfrequenzen der Schwingkreise ( $81, \dots, 8n$ ) beinhaltet. Die Güte der Schwingkreise muß so hoch sein, daß die Antwort der Identifikations-

marke lang genug ist, um alle gesendeten Frequenzen zu detektieren bzw. voneinander zu trennen. Eine Messung des Bitmusters des oben genannten 80-Bit RFID-Tags liegt typischerweise im Bereich von Mikrosekunden, z. B. 1  $\mu$ s.

5

Es ist ein Vorteil einer solchen fernablesbaren Identifikationsmarke, daß Mehr-Bit-Informationen sehr schnell oder simultan auslesbar sind. Weiterhin ist ihre Realisierung einfach, z. B. durch Einsatz passiver Bauteile, und entsprechend

10 preiswert durchführbar.

Es ist vorteilhaft, wenn das Sende-/Empfangs-Antennensystem mit den Schwingkreisen gekoppelt ist, weil sich so eine einfache realisierbare Wellenübertragung ergibt.

15

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn das Sende-/Empfangs-Antennensystem einen Primärschwingkreis und damit verbunden eine Eingangsantenne und eine Ausgangsantenne aufweist. Der Primärschwingkreis beinhaltet mindestens einen Primärkondensator und mindestens eine Primärspule je Schwingkreis. Mindestens

20

zwei Schwingkreise wiederum weisen jeweils mindestens eine Sekundärspule und einen Sekundärkondensator auf, wobei die jeweilige Sekundärspule mit einer entsprechenden Primärspule induktiv gekoppelt ist.

25

Mit einer solchen Anordnung ist eine einfache, verschleißarme, effektive und auf Biegungen weitgehend tolerante Ankopplung des Antennensystems an die Schwingkreise möglich.

Alternativ kann aber auch eine andere Zahl von Antennen verwendet werden, z. B. nur eine kombinierte Sende-/Empfangs-Antenne oder mehrere Antennen.

30

Es ist günstig, wenn jeder Sekundärkondensator eine unterschiedliche Kapazität aufweist. Durch die Kapazität kann die

35

Eigenfrequenz eines Schwingkreises mit hoher Genauigkeit eingestellt werden.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die fernauslesbare Identifikationsmarke eine Verzögerungseinrichtung aufweist, die eine Verzögerung des Signalgangs zwischen Empfang eines Signals und Abstrahlung eines Signals bewirkt. Dadurch ist es möglich, mehrere Identifikationsmarken zu identifizieren, auch wenn diese von einem einzigen Puls angeregt werden. Ohne zeitliche Spreizung der Antwort der Identifikationsmarken würden diese gleichzeitig antworten und so unterschiedliche Bitmuster oder mehrere gleiche Bitmuster nicht oder nur mit sehr großem Aufwand diskriminiert werden können. Ein solches Problem tritt beispielsweise auf, wenn mehrere Waren gleichzeitig erfaßt werden sollen, z. B. in einem Einkaufswagen.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die jeweilige Verzögerungszeit signifikant größer ist als die Zeit zur Abstrahlung der Signale, weil so die abgestrahlten Signale gut voneinander getrennt werden können.

Eine zeitliche Entzerrung mehrerer Identifikationsmarken ist beispielsweise durch eine statistische Verteilung der Verzögerungszeit möglich, alleine oder auch zusammen mit anderen Maßnahmen (Supertag, Samsys, etc.). So kann man z. B. natürliche oder bewußte eingeführte Fertigungstoleranzen der Verzögerungsvorrichtung ausnutzen. Beispielsweise läßt sich eine spontane Rückantwort der Identifikationsmarke bei Einsatz einer Funkenstrecke realisieren, indem man die Kennwerte des Ladekondensators oder der Funkenstrecke selbst innerhalb einer Fertigungsbreite schwanken läßt. Dadurch lassen sich z. B. Verzögerungszeiten von bis zu wenigen Sekunden realisieren.

Beim 80-Bit-RFID-Tag mit einer Antwortzeit von 1  $\mu$ s sind in einer Sekunde  $10^6$  Zeitfenster belegbar, so daß realistischweise 1000 Identifikationsmarken gleichzeitig mit geringer Fehlerrate identifizierbar sind.

Allgemein ist es vorteilhaft, wenn die Zeit der Verzögerung signifikant größer ist als die Zeit zur Abstrahlung der Signale.

- 5 Beim Einsatz des 80-Bit-RFID-Tags im Bereich von 2,45 GHz bei einem Einkaufswagen ist zu beachten, daß dieser heutzutage meist aus Metall gefertigt ist und so die Strahlung abschirmt. Zwar ist eine Einstrahlung/Ablesung von oben möglich, die Sicherheit der Ablesung wird aber reduziert. Er-
- 10 setzt man einen heutigen Einkaufswagen z. B. durch einen aus Kunststoff aufgebauten, so ist eine Einstrahlung/Ablesung aus mehreren Richtungen möglich und so eine Identifizierung optimierbar.
- 15 Es ist besonders günstig im Hinblick auf eine Implementierung, wenn die Verzögerungseinrichtung eine Funkenstrecke ist, die z. B. vom Primärkondensator bespeisbar ist.

Es ist zur Anwendung bei verschiedenen Gütern auch vorteil-

20 haft, wenn die gesamte Schaltung, aber mindestens das Sende-/Empfangs-Antennensystem und die Schwingkreise, in Dünnschicht-Technik auf einem flexiblen Substrat aufgebracht sind. Dadurch kann auf Einkristallsubstrate verzichtet werden, wodurch eine Herstellung preisgünstig ist. Durch die

25 Flexibilität des Substrats, z. B. aus Papier oder Kunststoff, kann die Identifikationsmarke flach ausgeführt sein und flexibel aufbringbar, z. B. in Klebeetiketten oder auf Verpackungen.

30 Bei Verwendung einer durch einen Ladekondensator gespeisten Funkenstrecke sollte günstigerweise auch ein Gleichrichter zur Aufladung des Ladekondensators in Dünnschicht-Technik aufgebracht sein.

35 Selbstverständlich kann die Identifizierungsmarke auch weitere Bauelemente enthalten, z. B. Gleichrichter, Batterien, Sensoren etc.

Die Anwendungen sind allgemein eine Fernabfrage zur Identifizierung von Objekten, wie z. B. beim Einkauf in Supermärkten, in der Lagerhaltung oder beim Transport innerhalb von Logistikketten. Mögliche Anwendungsgebiete sind z. B. in der Werbeschrift der Siemens AG (Systeme "MOBY") aufgeführt.

Statt eines Radiowellensignals kann analog z. B. auch ein akustomagnetisches Signal verwendet werden.

Das folgende Ausführungsbeispiel zeigt in Figur 1 schematisch in Aufsicht eine fernablesbare Identifikationsmarke T.

Auf einem Substrat 11 aus Kunststoff ist eine Schaltungsanordnung in Dünnschicht-Technik aufgebracht, so daß die Identifikationsmarke T biegsam ist. Die Schaltungsanordnung umfaßt ein Sende-/Empfangs-Antennensystem 1 und  $n$  ( $n \geq 2$ ) Schwingkreise  $81, \dots, 8n$ .

Das Sende-/Empfangs-Antennensystem 1 beinhaltet eine Eingangsentenne 2 zum Empfang von Radiowellen und eine Ausgangsentenne 3 zur Abstrahlung von Radiowellen. Diese beiden Antennen 2,3 sind mit einem Primärschwingkreis 4 verbunden, der wiederum  $n$  in Reihe geschaltete Primärspulen 7 mit der gleichen Induktivität  $L_p$  und einen Ladekondensator 5 mit einer Kapazität  $C_0$  und integriertem Gleichrichter aufweist. Zusätzlich ist mit den Primärspulen 7 eine Funkenstrecke 6 in Reihe geschaltet.

Jeder Primärspule 7 liegt ein Schwingkreis  $81, \dots, 8n$  gegenüber, der jeweils eine Sekundärspule 9 mit Induktivität  $L_s$  und einen Sekundärkondensator  $101, \dots, 10n$  mit Kapazität  $C_1, \dots, C_n$  umfaßt. Die Sekundärspule 9 ist mit der jeweiligen Primärspule 7 induktiv gekoppelt. Die Induktivität  $L_s$  der Sekundärspule 9 ist für jeden Schwingkreis  $81, \dots, 8n$  gleich.

Hingegen sind die Kapazitäten  $C_1, \dots, C_n$  der Sekundärkondensatoren  $10_1, \dots, 10_n$  jeweils unterschiedlich dimensioniert, und zwar so, daß die Eigenfrequenzen  $f_1, \dots, f_n$  der Schwingkreise  $8_1, \dots, 8_n$  äquidistant in einem Abstand von 1 MHz voneinander entfernt sind. Die Zahl  $n$  der Schwingkreise Schwingkreis  $8_1, \dots, 8_n$  beträgt 80, so daß ein 80-Bit-RFID-Tag vorliegt.

Die Identifikationsmarke T kann so betrieben werden, dass von einem externen Sender ein Radiosignal ausgesandt wird. Nach Aufnahme dieses Signals über die Eingangsantenne 2 der Identifikationsmarke T, einer Aufladung des Ladekondensators 5 und einer zeitverzögerten Durchschaltung der Funkenstrecke 6 wird der Schwingkreis 4 in Schwingung versetzt. Diese Schwingung wird durch die induktive Kopplung auf die Sekundär-schwingkreise  $8_1, \dots, 8_n$  übertragen, welche wiederum je nach Übereinstimmung der von außen aufgegebenen Frequenz mit der Eigenfrequenz zu einer Schwingung angeregt werden.

Die Schwingung der Schwingkreise  $8_1, \dots, 8_n$  wird wiederum über die Ausgangsantenne 3 abgestrahlt und kann so durch einen externen Empfänger detektiert werden, und danach ausgewertet werden. Bei Überstreichen eines Frequenzbandes von mindestens 80 MHz mit einem Chirp-Puls wird das gesamte Spektrum der ansprechbaren Eigenfrequenzen  $f_1, \dots, f_n$  abgestrahlt.

## Patentansprüche

1. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T), aufweisend  
- mindestens zwei Schwingkreise (81,...8n),  
5 - mindestens ein mit den Schwingkreisen (81,...8n) gekoppeltes Sende-/Empfangs-Antennensystem (1),  
dadurch gekennzeichnet, daß  
mindestens zwei Schwingkreise (81,...8n) eine unterschiedliche Eigenfrequenz (f1,...,fn) aufweisen.
- 10 2. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T) nach Anspruch 1, bei der das Sende-/Empfangs-Antennensystem (1) mit den Schwingkreisen (81,...8n) induktiv gekoppelt ist.
- 15 3. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der  
- das Sende-/Empfangs-Antennensystem (1) einen Primärschwingkreis (4) und damit verbunden eine Eingangsantenne (2) und eine Ausgangsantenne (3) aufweist,  
20 - der Primärschwingkreis (4) mindestens einen Primärkondensator (5) und mindestens eine Primärspule (3) je Schwingkreis (81,...8n) aufweist,  
- der Schwingkreis (81,...8n) mindestens eine Sekundärspule (4) und einen Sekundärkondensator (101, ,10n) aufweist,  
25 und die jeweilige Sekundärspule (4) mit einer entsprechenden Primärspule (3) induktiv gekoppelt ist.
4. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T) nach Anspruch 3, bei der jeder Sekundärkondensator (101, ,10n) eine unterschiedliche Kapazität (C1,...,Cn) aufweist.
- 30 5. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Verzögerungseinrichtung zur Verzögerung des Signalgangs vorhanden ist.

6. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T) nach Anspruch 5, bei der die Verzögerungseinrichtung eine Funkenstrecke (5) ist, die vom Primärkondensator (4) bespeisbar ist.
- 5 7. Fernauslesbare Identifikationsmarke (T) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der mindestens das Sende-/Empfangs-Antennensystem (1) und die Schwingkreise (81,...8n) in Dünnschicht-Technik auf einem flexiblen Substrat (11) aus Papier oder Kunststoff aufgebracht sind.
- 10 8. Verwendung einer fernauslesbaren Identifikationsmarke (T) als Preisschild oder Barcode.
9. Verfahren zum Betrieb einer Identifikationsmarke (T), bei dem
- 15 - ein äußeres Radiowellensignal vom Sende-/Empfangs-Antennensystem (1) aufgenommen und in die Schwingkreise (81,...8n) eingekoppelt wird,
- die in den Schwingkreisen (81,...8n) erzeugten Signale
- 20 über das Sende-/Empfangs-Antennensystem (1) wieder abgegeben werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das äußere Radiowellensignal einen Frequenzbereich überstreicht, das mindestens
- 25 zwei Eigenfrequenzen (f1,...,fn) der Schwingkreise (81,...8n) beinhaltet.
11. Verfahren nach Anspruch 10 zur Identifizierung von Waren in einem Transportbehälter, bei der die Schwingkreise
- 30 (81,...8n) um jeweils mindestens 1 MHz verschiedene Eigenfrequenzen (f1,...,fn) aufweisen.
12. Verfahren einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem eine Zeit zwischen Aufnahme des äußeren Radiowellensignals und der Abstrahlung der in den Schwingkreisen (81,...8n) erzeugten Signale mittels einer Verzögerungseinrichtung verzögert wird,
- 35

wobei die Verzögerungszeit mehrerer Identifikationsmarken (T) zeitlich entzerzt ist.

13. Verfahren einem der Ansprüche 8 bis 12, bei dem  
5 statt eines Radiowellensignals ein akustomagnetisches Signal verwendet wird.

