



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 134 840 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.09.2001 Patentblatt 2001/38

(51) Int Cl.7: **H01Q 7/00, H01Q 1/22**

(21) Anmeldenummer: **01103315.6**

(22) Anmeldetag: **13.02.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Ziegler, Horst, Prof. Dr.**
33100 Paderborn (DE)
• **Behlen, Horst, Dipl.Ing (FH)**
33100 Paderborn (DE)

(30) Priorität: **06.03.2000 DE 10010936**

(74) Vertreter: **Ostertag, Reinhard**
Patentanwälte
Dr. Ulrich Ostertag
Dr. Reinhard Ostertag
Eibenweg 10
70597 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **Ziegler, Horst Prof. Dr.**
D-33100 Paderborn (DE)

(54) **Antenne**

(57) Es wird eine magnetischen Loop-Antenne angegeben, die ohne Kopfkapazität geringe Abmessungen aufweist. Hierzu sind Abschnitte einer die Antenne

bildenden Leiterstückes (10), dessen Länge mindestens das 1,5-Fache des Umfanges der Antennenfläche A beträgt, so eng benachbart geführt, daß sich eine magnetische Verkopplung der Leiterabschnitte (12) ergibt.

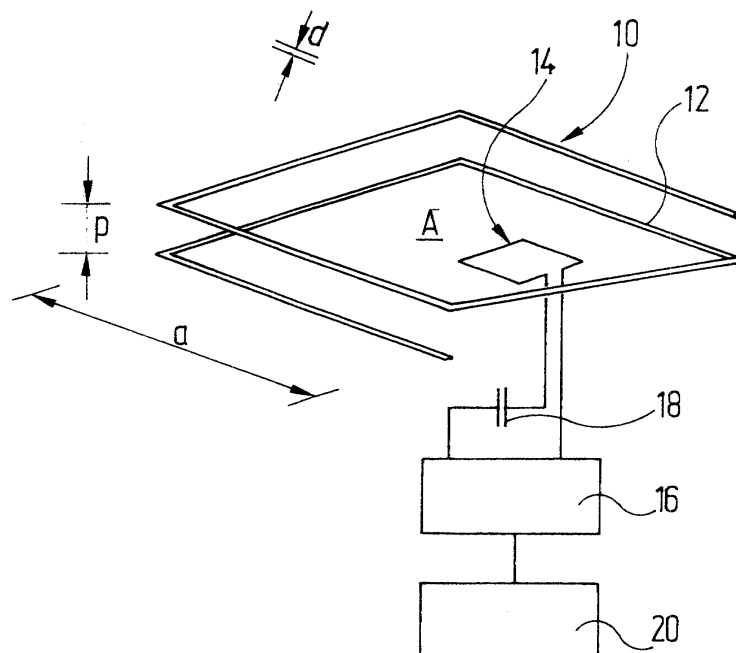


Fig. 1

EP 1 134 840 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antenne gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Unter den Antennen, die für kleine Funkmodems verwendet werden, befinden sich insbesondere die magnetischen Loop-Antennen: Diese umfassen ein geschlossenes, meist kreisförmiges oder rechteckiges Leiterstück, dessen Länge deutlich kleiner ist als die Wellenlänge. Das Leiterstück ist an einem Eingang an einen Senderausgang angeschlossen und sein anderes Ende wird mit einer Kopfkapazität abgeschlossen, derart, daß Leiterschleife und Kopfkapazität einen Resonanzkreis bilden, dessen Resonanzfrequenz mit der Arbeitsfrequenz des Senders übereinstimmt. Die Kopfkapazität kann auch durch einen mit Luft oder einem Dielektrikum gefüllten Spalt am entsprechenden Ende des Leiterstückes gebildet sein.

[0003] Eine derartige Loop-Antenne ist in der DE 195 45 394 A1 beschrieben. Sie zeichnet sich durch sehr geringe Abmessungen aus. Nun ist aber bei einer magnetischen Loop-Antenne der Strahlungswiderstand und damit die Effektivität der Abstrahlung proportional zum Quadrat der vom Leiterstück umschlossenen Fläche (Antennenfläche), klein und liegt typischerweise bei 10 mOhm. Um bei einer solchen Antenne einen guten Wirkungsgrad zu erhalten, müssen alle Verlustwiderstände in der Antenne sehr klein sein. Schwierig ist dabei der kritische HF-Widerstand des Leiterstückes und auch der HF-Widerstand der Kopfkapazität.

[0004] Antennen der in der DE 195 45 394 A1 angesprochenen Art werden typischerweise für die Funkfernauslesung von elektronischen Verbrauchszählern (Heizkostenverteiler, Wasserzähler, Wärmemengenzähler, Gaszähler, Stromzähler, usw.) verwendet. Die Funkfernauslesung erfolgt meist in den in fast ganz Europa hierfür zugelassenen Funkbändern bei 433,92 MHz oder 868 bis 870 MHz. Sieht von diesen zulassungsbedingten Kriterien ab, wären auch Frequenzbänder im Bereich zwischen 200 und 3000 MHz verwendbar.

[0005] Bei derartigen Frequenzen betragen schon die Widerstände üblicher kapazitiver Bauelemente einige zig mOhm. Wegen des recht niedrigen Strahlungswiderstandes der Antenne müßten auch alle anderen Widerstände des Leiterstückes und der Kopfkapazität im Bereich von wenigen mOhm liegen, was breite Leiterabmessungen notwendig macht.

[0006] Nun sollen aber derartige Antennen möglichst klein sein, in der Praxis deutlich kleiner als ein Viertel der Wellenlänge. Oft sind auch die zur Funkfernauslesung verwendeten Geräte in der Nachbarschaft größerer Metallflächen angeordnet, etwa Zählgehäuse bei Gas/Stromzählern, Heizkörper bei Heizkostenverteilern, Wasserleitungen bei Wasser- und Wärmemengenzählern. Auch dies wirkt sich nachteilig auf die Abstrahlung aus. Weitere Beeinflussungen der Abstrahlung erfolgen durch Möbel, Vorhänge und Personen. Die Ver-

brauchsmessgeräte sind in der Regel batteriegetrieben, wobei eine Funktionsfähigkeit der Langzeitbatterie über die gesamte Eichdauer hinweg (5 bis 12 Jahre) gewünscht wird.

[0007] Durch die vorliegende Erfindung soll daher eine Antenne angegeben werden, die bei kleinen Abmessungen einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

[0008] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Antenne mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0009] Eine erfindungsgemäße Antenne ist eine magnetische Loop-Antenne, sie kommt jedoch, anders wie die Antenne nach der DE 195 45 394 A1 ohne Kopfkapazität aus. Die Länge des Leiterstückes, welches die Antennenfläche begrenzt, beträgt mindestens das 1,5-fache des Umfanges der Antennenfläche. Damit erhält man in Umfangsrichtung verlaufende Abschnitte des Leiterstückes, die einander benachbart sind. Das Benachbartsein kann in bezogen auf die Begrenzung der Antennenfläche radialer Richtung oder in bezogen auf die Antennenfläche senkrechter Richtung oder in einer Kombination dieser beiden Richtungen gegeben sein.

[0010] Die benachbarte Führung von Abschnitten des Leiterstückes werden nachstehend auch kurz als "Überlappung" angesprochen, wobei dieser Begriff beinhaltet, daß die entsprechenden Leiterstückabschnitte einander nicht zu berühren brauchen. Wichtig ist nur, daß die Leiterabschnitte einander so dicht benachbart sind, daß es zu Feldverkopplungen zwischen den Leiterabschnitten kommt.

[0011] Die angesprochene Feldverkopplung führt dazu, daß sich das Leiterstück im Überlappungsbereich eher wie eine Doppelleitung verhält. Dadurch sinkt die Ausbreitungsgeschwindigkeit erheblich unter die Lichtgeschwindigkeit ab. Die Absenkung der Ausbreitungsgeschwindigkeit (bzw. der Wellenlänge der Stromverteilung im Leiterstück) richtet sich im einzelnen nach dem Abstand der Leiterabschnitte und der Windungszahl der Antenne (Verhältnis zwischen Länge des Leiterstückes und dem Umfang der Antennenfläche). Erfindungsgemäß werden die überlappenden Leiterabschnitte so geführt, daß man eine Herabsetzung der Ausbreitungsgeschwindigkeit auf etwa das 0,8-Fache derjenigen Ausbreitungsgeschwindigkeit erhält, die sich ohne überlappende Leiterabschnitte im Leiterstück einstellt.

[0012] Durch die Einstellung der Windungszahl und die Art und Weise der Überlappung der Leiterabschnitte (und den hierdurch erhaltenen Verkürzungsfaktor) kann man dann Antennen realisieren, deren Durchmesser nur 1/20 bis 1/30 der Wellenlänge beträgt. Die Größe einer solchen Antenne ist somit ähnlich klein wie die einer klassischen Loop-Antenne mit Kopfkapazität, wobei aber eine die Güte der Antenne beeinträchtigende Kopfkapazität nicht benötigt wird, vielmehr die magnetische Verkopplung der überlappenden Leiterabschnitte für die Einstellung der Resonanzbedingungen bei kleinen Antennenabmessungen verantwortlich ist.

[0013] In der Praxis kann man mit erfindungsgemäßen Antennen so eine Betriebs-Resonanzgüte von 10 bis 300 erhalten.

[0014] Damit kann eine erfindungsgemäße Antenne bei Einsatz als Empfangsantennen als verlustarmes Vorfilter mit hoher Betriebs-Resonanzgüte dienen oder bei Einsatz als Sendeantenne als Filter zur Unterdrückung der Ausstrahlung von Ober- und Nebenwellen der Sendefrequenz dienen.

[0015] Im Vergleich mit einer Ringantenne ist der Abstrahlwiderstand der erfindungsgemäßen Antenne deutlich höher (im Ohm-Bereich), so daß der Leiterwiderstand lange nicht mehr so kritisch ist. Damit kann man die Antenne auch einfach aus Draht realisieren. Geometrische Toleranzen sind aus dem gleichen Grunde nicht kritisch.

[0016] Aufgrund ihrer Eigenschaften läßt sich eine erfindungsgemäße Antenne gut auch noch unter kleinem Abstand (wenige Millimeter) vor einer Metallfläche verwenden, und auch kapazitive Beeinflussungen der Antenne (z.B. durch eine Hand) sind nur klein.

[0017] Die Realisierung des im wesentlichen eine Schleife darstellenden Leiterstückes kann durch entsprechend gebogenen Draht, durch gefräste Leiterstücke oder durch gedruckte Leiterbahnen erfolgen, wobei letztere auf einem isolierenden Träger angeordnet sind, der z.B. auch ein Kunststoffgehäuse oder eine Kunststoff-Gehäusedeckel sein kann.

[0018] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0019] Bemittelt man die Länge des Leiterstückes gemäß Anspruch 2, so erhält man eine gute Herabsetzung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen längs des Leiterstückes und damit eine sehr kompakte Geometrie der Antenne bei mechanisch noch einfachem Aufbau der Antenne, die sich somit preisgünstig herstellen läßt.

[0020] Auch die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 3 dient dem Erhalten kompakter Abmessungen der Antenne.

[0021] Eine Beabstandung der einander überlappenden Abschnitte des Leiterstückes, wie sie im Anspruch 4 angegeben ist, hat sich in der Praxis besonders bewährt. Man erhält eine gute Herabsetzung der Ausbreitungsgeschwindigkeit. Zugleich ist die Antennenstruktur kompakt und die nebeneinander geführten Leiterabschnitte lassen sich präzise führen.

[0022] Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 5 ermöglicht auch die Realisierung von Antennen, bei denen die Gesamtlänge des Leiterstückes ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge ist. Durch Änderung des Wicklungssinnes jeweils nach der halben Wellenlänge wird erreicht, daß die Magnetfelder, die von den verschiedenen Abschnitten des Leiterstückes erzeugt werden, betragsmäßig addiert werden.

[0023] Bei der erfindungsgemäßen Antenne fließt bei den Enden des Leiterstückes kein Strom, so daß man diese Enden wahlweise verbinden (Anspruch 6) oder

elektrisch offenlassen kann (Anspruch 7), wie dies aus anderen Gesichtspunkten, z.B. Einfachheit der Herstellung, mechanische Festigkeit der Antenne, wünschenswert ist.

[0024] Gemäß Anspruch 8 braucht das Leiterstück zur Einspeisung der Sendeenergie bzw. zum Auskoppeln der empfangenen Energie nicht zusätzlich unterbrochen zu werden. Eine induktive Kopplung mit dem Sender bzw. Empfänger, der mit der Antenne zusammenarbeitet, ist auch im Hinblick auf eine Restanpassung von Antenne und Sender bzw. Empfänger von Vorteil.

[0025] Die Geometrien für die Antennenfläche, die im Anspruch 9 angegeben sind, eignen sich besonders gut für die Realisierung von Antennen, die keine ausgeprägte Richtcharakteristik aufweisen, wie dies bei der Funkfernauslesung von Verbrauchsmessern gewünscht wird, da die Einbauorientierung der mit Funkfernauslesung versehenen Verbrauchsmesser im Hinblick auf lokale Erfordernisse (Heizkörperfläche, Wandfläche) erfolgen muß und nicht an die Übertragungsverhältnisse zu einer Fernauslesezentrale angepaßt werden kann.

[0026] Alternativ kann man mit den im Anspruch 10 angegebenen Geometrien der Antennenfläche eine Richtcharakteristik der Antenne erzielen.

[0027] Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Figur 1: eine perspektivische Ansicht einer ersten Antenne mit zugeordneter Speiseeinrichtung, wobei Abschnitte des die Antenne bildenden Leiterstückes, dessen Gesamtlänge einer halben Wellenlänge entspricht, axial beabstandet geführt sind;

Figur 2: eine ähnliche Ansicht wie Figur 1, in welcher jedoch eine abgewandelte Antenne gezeigt ist, bei welcher Abschnitte des die Antenne bildenden Leiterstückes radial beabstandet sind;

Figur 3: eine ähnliche Ansicht wie Figur 1, bei welcher jedoch die Gesamtlänge des die Antenne bildenden Leiterstückes gleich einer Wellenlänge ist; und

Figur 4: eine ähnliche Ansicht wie Figur 3, in welcher jedoch die Bemaßung eines praktischen Ausführungsbeispiels eingetragen ist.

[0028] In Figur 1 ist eine magnetische Loop-Antenne eingetragen, welche eine Leiterstück 10 aufweist. Dieses umfaßt 1,75 Windungen, die in axialer Richtung gesehen eine quadratische Antennenfläche A umschließen. Die Kantenlänge der Antennenfläche A ist mit a bezeichnet.

[0029] Die verschiedenen den Kanten der Antennen-

fläche A zugeordneten Abschnitte 12 des Leiterstückes 10 sind ähnlich geführt, wobei die Ganghöhe der Windungen mit p bezeichnet ist.

[0030] Man erkennt, daß sich jeweils zwei Abschnitte 12 des Leiterstückes 10 in axialer Richtung gesehen überlappen, mit Ausnahme des vorne liegenden Abschnittes, der einzeln ist und die Windungsebenen überbrückt.

[0031] Der axiale Abstand p der Leiterabschnitte 12 liegt im Bereich von 1 bis 5 Drahtdurchmessern. Damit ergibt sich im Bereich dreier Seiten der Antennenfläche A eine magnetische Kopplung der Leiterabschnitte 12 und damit eine Herabsetzung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Strahlung längs des Leiterstückes 10. Der entsprechende Verkürzungsfaktor k (Wellenlänge der Stromverteilung im Leiterstück 10 / Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung im Vakuum) kann zwischen 0,2 und 0,8 gewählt werden, je nach dem, wie klein der Abstand p gewählt wird und wie weit sich die Leiterabschnitte 12 in Umfangsrichtung überlappen.

[0032] Damit kann die in Figur 1 gezeigte Antenne kleine Abmessungen aufweisen, obwohl es sich um eine ohne Kapazität in Resonanz arbeitende W/2-Antenne (W = Wellenlänge) handelt.

[0033] Zur Speisung der durch das Leiterstück 10 gebildeten Antennenschleife ist eine Koppelschleife 14 vorgesehen, die ebenfalls eine quadratische Fläche begrenzt, die jedoch deutlich kleiner ist als die Antennenfläche A.

[0034] Das eine Ende der Koppelschleife 14 ist direkt mit dem einen Anschluß eines Senders 16 verbunden. Der andere Anschluß der Koppelschleife 14 ist über einen Koppelkondensator 18 mit dem zweiten Anschluß des Senders 16 verbunden.

[0035] Der Sender 16 wird von einem Verbrauchsmesser 20 her angesteuert und übermittelt in größeren zeitlichen Abständen den Zählerstand des Verbrauchsmessers 20 in serieller binärer Darstellung. Einzelheiten über das Arbeiten eines derartigen Verbrauchsmessers können der DE 195 45 394 A1, der DE 30 44 262 A1, der DE 42 25 042 A1 oder der DE 44 22 281 A1 entnommen werden, auf die diesbezüglich verwiesen wird.

[0036] Das Leiterstück 10 ist formstabil und kann z.B. über ein Isolierstück (nicht gezeigt), das die mittleren der doppelt vorgesehenen Leiterabschnitte 12 packt, an einer nicht gezeigten Tragstruktur (z.B. Leiterplatte oder Gehäuse) festgelegt sein.

[0037] In Figur 2 ist eine abgewandelte Antennen für die Funkfernauslesung von Verbrauchsmessern gezeigt, die sich von derjenigen nach Figur 1 dadurch unterscheidet, daß die Leiterabschnitte 12 unter radialem Abstand angeordnet sind. Eine derartige Anordnung eignet sich besonders gut zur Realisierung auf Leiterplatten. Die Leiterstücke 10 können dort einfach aus einer durchgehenden Kupferschicht herausgeätzt werden, ebenso die Koppelschleife 14.

[0038] Die Antenne nach Figur 3 unterscheidet sich

von derjenigen nach Figur 1 dadurch, daß die Gesamtlänge des Leiterstückes 10 einer Wellenlänge entspricht. Um eine positive Überlagerung der von den Leiterabschnitten 12 erzeugten Teil magnetfelder zu erzielen, ist das Leiterstück 10 zunächst gefaltet worden und die so erhaltene faltete Leiteranordnung ist dann zusätzlich so geformt, wie in Figur 1 für ein einfaches Leiterstück dargestellt.

[0039] Damit wechselt die Stromrichtung an den Stromknoten.

[0040] Figur 4 gibt präzise Abmessungen eines praktischen Ausführungsbeispiels. Die Kenngrößen der dort gezeigten W-Antenne sind folgende:

Kantenlänge a	25,00 mm
Drahtdurchmesser d	0,63 mm
Ganghöhe p	6,40 mm
Kantenlänge der Koppelschleife	8,50 mm
Abstand der Koppelschleife	6,60 mm
Koppelkondensator	6,20 pF.

[0041] Damit werden folgende Eigenschaften erhalten:

Güte Q_0	430
Betriebsgüte Q_B	215 ($R_i = 50 \text{ Ohm}$)
Eingangsimpedanz Z_e/Ohm	$56 + j \times 0$
Resonanzfrequenz	433,9 MHz
Strahlungswiderstand R_s	2,79 Ohm
Verlustwiderstand R_a	0,55 Ohm
Wirkungsgrad	83 %
Freiraumwellenlänge λ	690 mm
Längenverhältnis a/λ	1/27,6.

[0042] Die oben beschriebenen Antennen sind somit typische W/2-Antennen, haben aber erheblich geringere Abmessungen als typische bekannte W/2-Antennen. Von den durch Kopkapazitäten abgeschlossenen Loop-Antennen unterscheiden sie sich durch das Fehlen einer Kopkapazität und durch einen erhebliche verbesserte Güte.

[0043] Von den herkömmlichen Helixantennen, die eine Vielzahl von Windungen aufweisen, unterscheiden Sie sich dadurch, daß ihre Gesamtlänge ein ganzzahliges Vielfaches von W ist, daß eine symmetrische Einspeisung erfolgt (bei Helix-Antennen einseitige Einspeisung) und daß der Windungsabstand klein ist, so daß man eine magnetische Verkopplung benachbarter Leiterabschnitte erhält.

[0044] Dabei zeichnen sich die oben beschriebenen Antennen durch einen mechanisch einfachen kompakten Aufbau aus.

[0045] Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen war die Antennenfläche A im wesentlichen quadratisch. Es versteht sich, daß die Begrenzung der Antennenfläche stattdessen auch kreisförmig gewählt sein

kann. Solche Antennen haben eine in Umfangsrichtung im wesentlichen konstante Charakteristik. Wählt man die Antennenfläche A rechteckig oder oval, kann man eine Richtcharakteristik in Umfangsrichtung veränderliche Richtcharakteristik erzielen.

Patentansprüche

1. Antenne mit einem eine Antennenfläche (A) umschliessenden Leiterstück (10), dessen Länge einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge der Stromverteilung im Leiterstück (10) entspricht, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Leiterstück (10) eine Länge hat, die mindestens dem 1,5-Fachen des Umfanges der Antennenfläche (A) entspricht und daß sich axial und/oder radial gesehen überlappende Abschnitte (12) des Leiterstückes (10) einander so nahe benachbart sind, daß die Wellenlänge der Stromverteilung im Leiterstück (10) höchstens dem 0,8-fachen der Vakuumwellenlänge des durch die Stromverteilung erzeugten elektromagnetischen Feldes entspricht. 5
2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Länge des Leiterstückes (10) das 1,75 bis 3,5-fache des Umfanges der Antennenfläche (A) beträgt. 10
3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wellenlänge der Stromverteilung im Leiterstück (10) nicht kleiner ist als das 0,2-Fache der Vakuumwellenlänge des von der Stromverteilung erzeugten elektromagnetischen Feldes. 15
4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der radiale und/oder axiale Abstand zwischen den radial und/oder axial beabstandeten Abschnitten (12) des Leiterstückes (10) das 1 bis 5-fache der Abmessung des Leiterstückes (10) in der betrachteten Abstandsrichtung beträgt. 20
5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das ganzzahlige Vielfache > 1 ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Leiterstück (10) jeweils nach einer Strecke, die einer halben Wellenlänge der Stromverteilung entspricht, die Wicklungsrichtung wechselt. 25
6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden des Leiterstückes (10) miteinander leitend verbunden sind. 30
7. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Enden des Leiterstückes (10) elektrisch offen sind. 35
8. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** eine induktive Speiseeinrichtung (14), die mit dem Leiterstück (10) zusammenarbeitet. 40
9. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenfläche (A) quadratisch oder kreisförmig ist. 45
10. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenfläche A rechteckig oder oval ist. 50

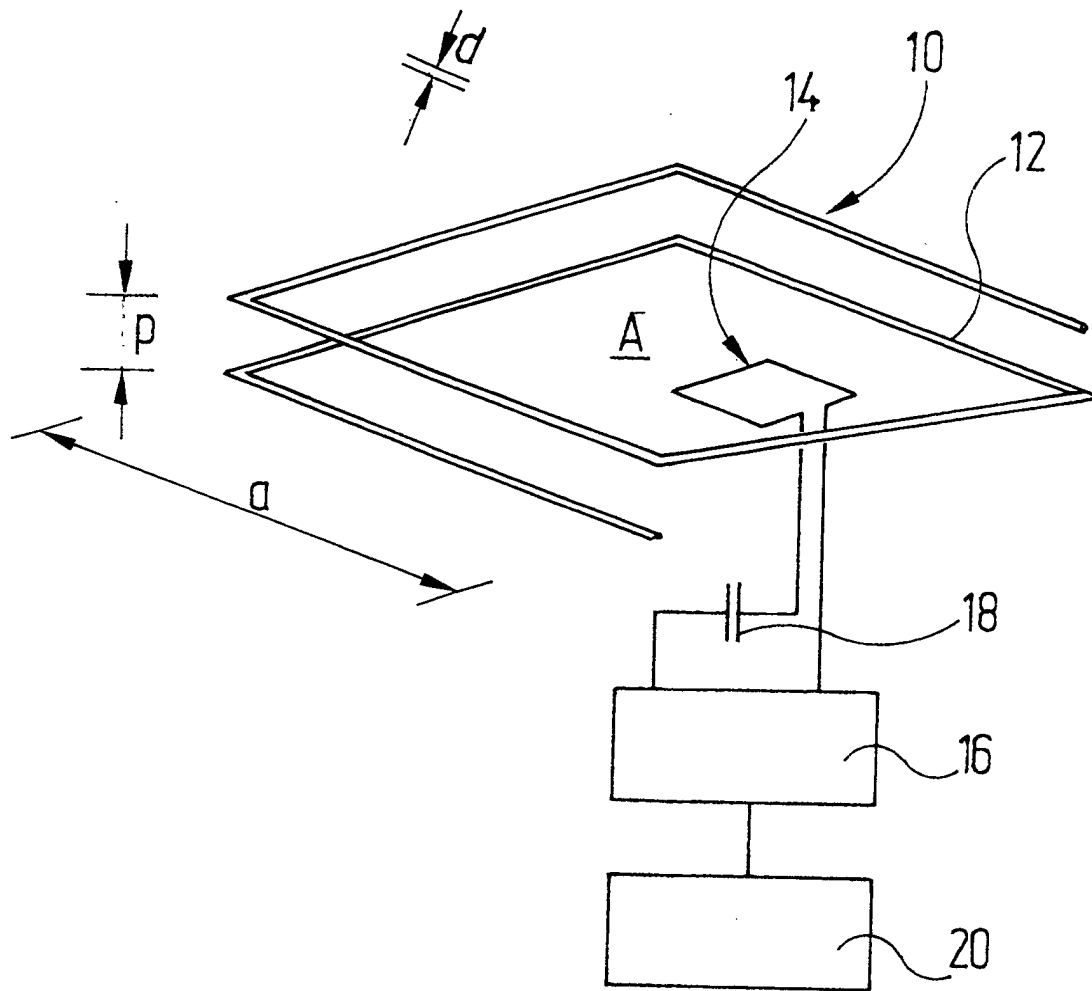


Fig. 1

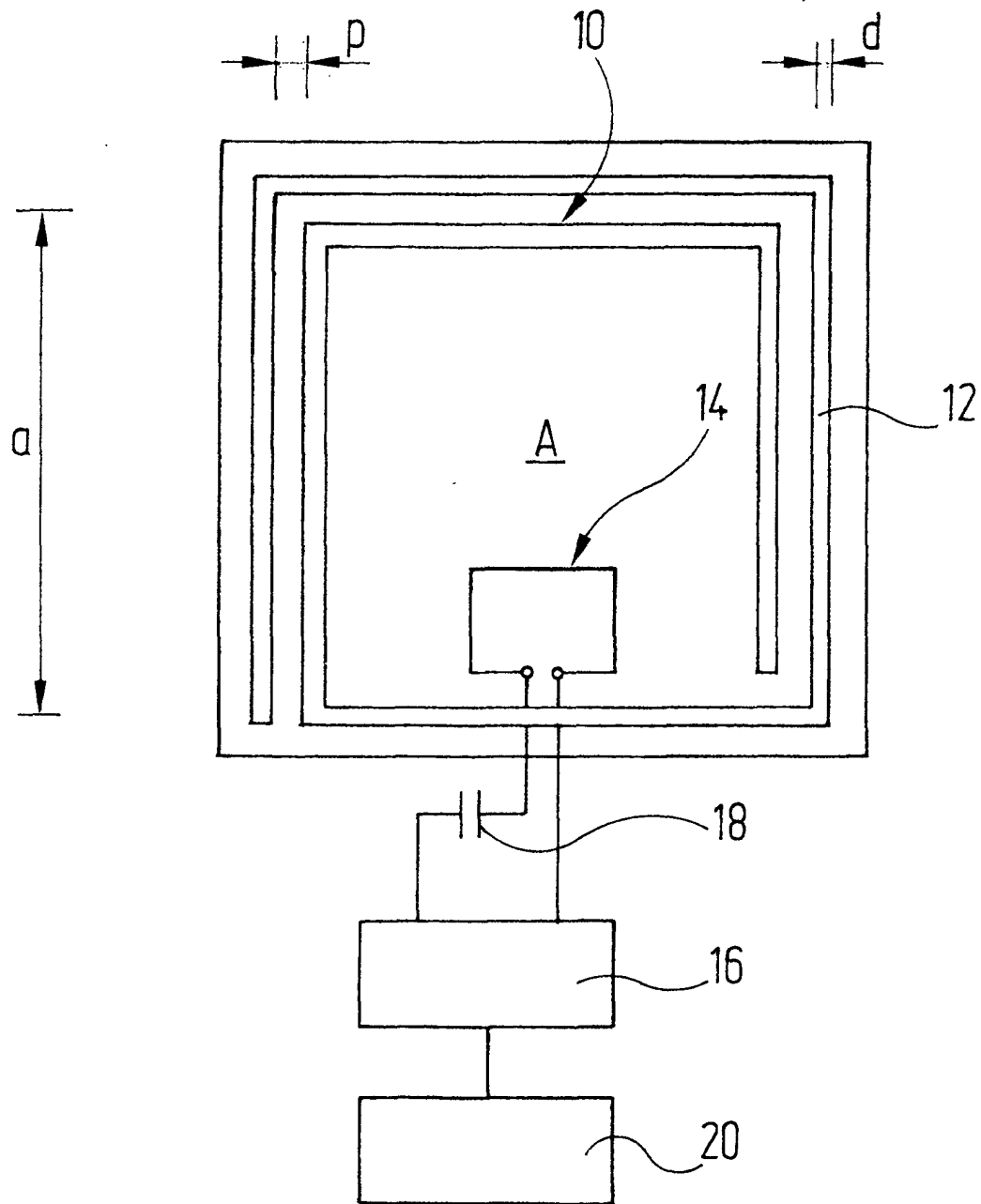


Fig. 2

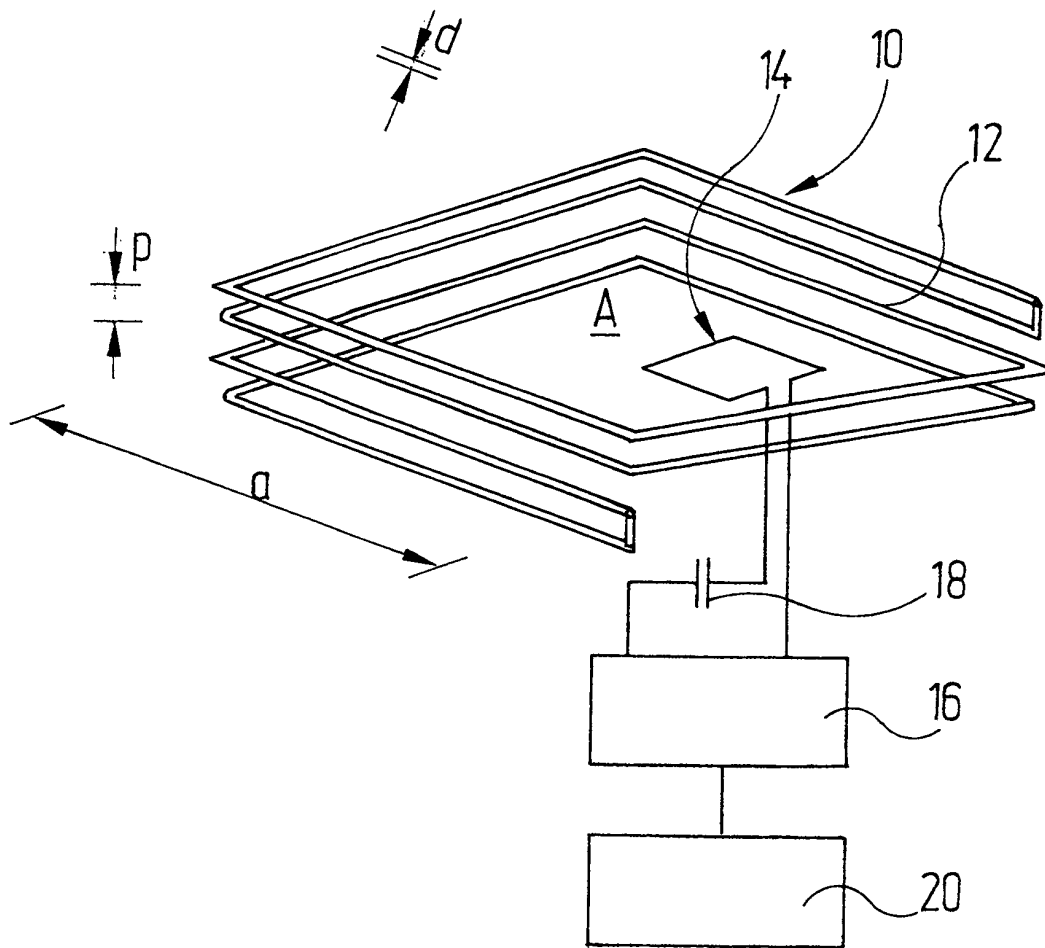


Fig. 3

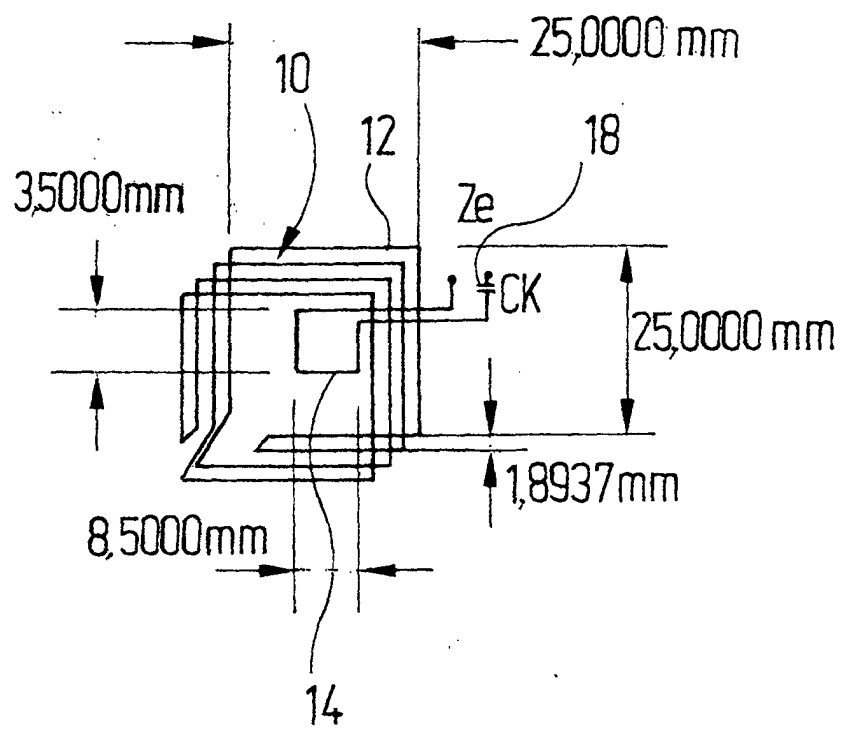


Fig. 4