



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 34 965 T2** 2007.12.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 018 777 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 34 965.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 310 035.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.12.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.12.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01Q 1/24 (2006.01)**

**H01Q 9/04 (2006.01)**

**H01Q 5/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**9828364            22.12.1998        GB**

**9828533            23.12.1998        GB**

(73) Patentinhaber:

**Nokia Corp., Espoo, FI**

(74) Vertreter:

**Eisenführ, Speiser & Partner, 80335 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, IT, SE**

(72) Erfinder:

**Geraert, Francis, 2500 Valby, DK**

(54) Bezeichnung: **Zwei-Frequenzbereich-Antennensystem für einen tragbaren Telefonhandapparat sowie ein solcher tragbarer Telefonhandapparat**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Zwei-Band-Antenne für einen Handapparat. Eine solche Antenne enthält eine metallische Platte oder Schicht, die als Masseebene oder Grundebene für die Antenne dient, eine Resonatorplatte oder -schicht, die als Strahlungselemente) dient, und einen Speisungspunkt zum Zuführen des Signals der Antenne. Wenn die Grundebene und die Resonatorebene elektrisch kurzgeschlossen sind, so wird der Speisungspunkt in einen Ort gesetzt, an dem die Antenne an den RF-Ausgang des Handapparats angepasst ist. Solche Antennen sind als Planar Inverted F-Antennas (PIFA) bekannt.

**[0002]** Bis vor wenigen Jahren waren alle Telefone für zellulare Kommunikation mit verlängerbaren Antennenelementen ausgestattet, wie beispielsweise von dem unter dem Markennamen NOKIA 2110™ verkauften Telefon bekannt. Später wurde dieses verlängerbare Antennenelement durch eine externe Helixantenne ersetzt, wie beispielsweise bekannt von dem unter dem Markennamen NOKIA 6110™ verkauften Telefon. Kürzlich hat die Anmelderin ein unter dem Markennamen NOKIA 8810™ verkauftes Telefon herausgebracht und dieses Telefon enthält eine interne Antenne basierend auf dem PIFA-Konzept. Bei der Antenne handelt es sich um eine so genannte Einzelband-Antenne und die vorliegende Version ist für GSM in dem 900-MHz-Band (Uplink 890 bis 915 MHz und Downlink 935 bis 960 MHz) angepasst. Das Antennenelement wird eine elektrische Länge entsprechend einer Viertelwellenlänge aufweisen und durch Anordnen eines dielektrischen Materials zwischen der Grund- und der Resonatorebene werden die physikalischen Gesamtabmessungen verringert. Die Gesamtabmessungen der PIFA werden auf 32 × 20 × 4 mm verringert.

**[0003]** WO 95/24746 A1 beschreibt eine interne Antenne mit einem dielektrischen Körper, der auf zwei im Wesentlichen parallelen Oberflächen mit einer metallischen Schicht bedeckt ist. Bei dieser Antenne handelt es sich um eine Einzelband-Antenne ausschließlich für das GSM-900-MHz-Band. Im Grunde wird ein Plastikkörper gegossen und mit Metall beschichtet. Danach wird in der metallischen Schicht durch Entfernen von Teilen der beschichteten Oberflächen durch Abfräsen ein Muster erzeugt. Dieses Konzept wurde in dem von HAGENUK unter der Markenbezeichnung Global Handy™ vermarkteten Telefon verwendet.

**[0004]** US 5.764.190 A beschreibt eine kapazitiv belastete PIFA, gemäß der eine Extraplatte zwischen der Grundebene und dem Strahlungselement angeordnet ist. Dies erfordert die Verwendung eines Zwei-Komponenten-Spritzgussprozesses (Two-Shot Moulding) zusätzlich zu mehreren Beschichtungspro-

zessen.

**[0005]** Ein Brief von C.R. Rowell und R.D. Murch, "A Compact PIFA suitable for dual frequency 900/1800MHz operation", ist in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, April 1998, Vol. 46, No. 4, Seiten 596 bis 598, XP-000750738 veröffentlicht. Dieser Brief wurde von den in der US 5.764.190 genannten Erfindern geschrieben, und beschreibt eine weitere Verbesserung des dreischichtigen Antennenkonzepts. Die Verbesserung enthält eine Bereitstellung eines longitudinalen Schlitzes in der Resonatorschicht, um zwei Strahlungselemente zu erhalten. Das RF-Signal wird den Strahlungselementen über eine Zwischenplatte zugeführt.

**[0006]** EP 0 929.115 A1 und EP 0 929.121 A1, die Stand der Technik lediglich im Sinne des Artikels 54(3) und (4) EPÜ bilden, beschreiben Antennen für mobile Kommunikationen, die in einer einzelnen Schicht eines leitenden Materials implementiert sind. Drahtschlitzabschnitte erstrecken sich teilweise um den Umfang eines Flächenstreifenabschnitts der Antenne. Der Umfang des Flächenstreifenabschnitts bildet einen Rand eines jeden Schlitzes, und ein Drahtstreifen eines Drahtschlitzabschnitts bildet einen zweiten Rand des Schlitzes. Die Drahtstreifen der Drahtschlitzabschnitte sind durch die Schlitzlöcher von dem Flächenstreifenabschnitt getrennt und vereinen sich an einem gewünschten Punkt in dem Flächenstreifenabschnitt.

**[0007]** Ein Brief von Z. D. Liu und P.S. Hall, „Dual Frequency Planar Inverted-F Antenna“, ist in IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Oktober 1997, Volume 45, Number 10, Seiten 1451-1457, XP-000702475 veröffentlicht. Dieser Brief beschreibt eine Anzahl von Lösungen – eine von diesen weist eine rechteckige Fläche für das 900-MHz-Band auf. Diese Fläche ist mit einem L-förmigen Schlitz versehen, der ein Viertel des 900-MHz-Bands trennt, um als Resonanzelement im 1800-MHz-Band zu wirken. Die beiden Resonanzelemente sind in dem unteren Teil des Schlitzes verbunden, wobei der gemeinsame Speisungspunkt in dieser Verbindung vorgesehen ist. Des Weiteren sind die beiden Resonanzelemente in dieser Verbindung mittels einer Zahl von Kurzschlussstiften kurzgeschlossen. Hierdurch wird die Kopplung zwischen den beiden Strahlungselementen verringert.

**[0008]** Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine Zwei-Band-Antenne für einen Handapparat bereitzustellen, mit einer Form, die in den per se bekannten Typ des Handapparatgehäuses integriert werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die Antennenvorrichtung gemäß Patentanspruch 1.

**[0010]** Dieser Zweck wird erfüllt durch eine Antennenvorrichtung mit einer ersten metallischen Schicht, die als Resonatorebene wirkt und wenigstens zwei Abstrahlelemente definiert, die durch einen ersten Schlitz getrennt sind, einer zweiten metallischen Schicht, die im Wesentlichen parallel zu der ersten metallischen Schicht angeordnet ist und als Grundebene für die Antennenvorrichtung wirkt, Einspeisungsmittel, die mit der ersten und der zweiten metallischen Schicht verbunden sind, zum Einspeisen eines RF-Signals in die Antennenvorrichtung, wobei die Einspeisungsmittel einen Einspeisungspunkt in der ersten metallischen Schicht aufweisen, und die erste metallische Schicht ist mit einem zweiten Schlitz versehen, der sich von dem ersten Schlitz erstreckt, wobei der Einspeisungspunkt auf einer metallisierten Zunge zwischen dem ersten und dem zweiten Schlitz angeordnet ist, wodurch Oberflächenströme um die Spitzen der Schlitze in Richtung der Abstrahlelemente herumfließen müssen. Hierdurch kann die Antennenvorrichtung als ein dielektrischer Körper bereitgestellt werden, bei dem die Resonatorschicht als metallische Beschichtung vorgesehen ist. Der dielektrische Körper kann dann auf eine metallische Abschirmung geschnappt werden und verwendet diese als Grund- oder Masseebene.

**[0011]** Die Ströme fließen von der metallisierten Zunge in Richtung der beiden Abstrahlelemente, und ein Einschnitt (der einen Hals des Pfads definiert) wird zum Trennen des Stroms auf den beiden Resonatorelementen verwendet. Kapazitive Kopplungen werden zum Abstimmen der Resonanzfrequenzen der Abstrahlelemente verwendet.

**[0012]** Die eine oder mehreren kapazitiven Kopplungen werden bereitgestellt als eine metallische Beschichtung, die sich senkrecht zu den ersten und zweiten metallischen Schichten erstreckt. Tatsächlich werden diese Koppler als metallische Beschichtung auf Seiten- und Endwänden eines dielektrischen Körpers bereitgestellt, der auch die Abstrahlelemente trägt. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel enden die Koppler in einem geringen Abstand von der Grundebene.

**[0013]** Bei der Antennenvorrichtung gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der dielektrische Körper durch einen Spritzgussprozess mit zwei Schüssen bereitgestellt. Das in einem der beiden Spritzgusschüsse verwendete Material ist ein Harz, das Metall in einem nachfolgenden Beschichtungsprozess abstößt, während das in dem zweiten Schuss verwendete Material ein Harz ist, an dem Metall in dem nachfolgenden Beschichtungsprozess anhaftet.

**[0014]** Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der dielektrische Körper mit einer Kopplungseinrichtung ausgestattet zum Herstellen einer trenn-

baren Verbindung zu einem getrennten Metallkörper, der als die zweite metallische Schicht der Vorrichtung wirkt. Der Antennenkörper wird vorzugsweise auf die Abschirmung des Telefons geschnappt.

**[0015]** Durch Ausstatten des Antennenkörpers mit einem Einspeisungsmittel, das eine Bohrung durch den dielektrischen Körper als eine Verbindung zum Durchverbinden der ersten metallischen Schicht mit einer Anschlussfläche auf der rückwärtigen Seite des dielektrischen Körpers, kann die Speisung direkt von der PCB zu der Antenne hergestellt werden mittels eines auf der PCB montierten elastischen Federbindungselements.

**[0016]** Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf ein mit einer solchen Antenne ausgestattetes Telefon.

**[0017]** [Fig. 1](#) illustriert schematisch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines tragbaren Handtelefons gemäß der Erfindung.

**[0018]** [Fig. 2](#) zeigt schematisch die wesentlichen Teile eines Telefons zur Kommunikation mit einem zellenförmigen oder schnurlosen Netzwerk.

**[0019]** [Fig. 3](#) zeigt das Antenneneinspeisungskonzept in Details im Schnittbild.

**[0020]** [Fig. 4](#) zeigt den Antennenkörper und die Metallabschirmung eines Telefons perspektivisch vor dem Zusammenbau.

**[0021]** [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht auf den Antennenkörper und die Metallabschirmung im zusammengebauten Zustand.

**[0022]** [Fig. 6](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des Antennenkörpers von unten.

**[0023]** [Fig. 7](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des Antennenkörpers von oben.

**[0024]** [Fig. 8](#) zeigt ein erstes alternatives Ausführungsbeispiel basierend auf dem in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Antennenkörper.

**[0025]** [Fig. 9](#) zeigt ein zweites alternatives Ausführungsbeispiel basierend auf dem in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Antennenkörper.

**[0026]** [Fig. 10](#) zeigt ein drittes alternatives Ausführungsbeispiel basierend auf dem in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Antennenkörper.

**[0027]** [Fig. 11](#) zeigt den Zwei-Schuss-Gießprozess zur Herstellung der Antenne gemäß der Erfindung.

**[0028]** [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) zeigen Strahlungsdiagramme.

gramme für das 900-MHz-Band bzw. das 1800-MHz-Band.

**[0029]** Fig. 14(a) und (b) zeigt die bevorzugten Schritte zum Durchführen des Spritzgießens der Antenne gemäß der Antenne.

**[0030]** Fig. 1 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Telefons gemäß der Erfindung, und es wird ersichtlich, dass das Telefon, das generell mit 1 bezeichnet wird, eine Benutzerschnittstelle umfasst mit einer Tastatur 2, einer Anzeige 3, einem Ein-/Aus-Knopf 4, einem Lautsprecher 5, und einem Mikrofon 6 (lediglich Öffnungen sind gezeigt). Das Telefon 1 gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ausgestaltet zur Kommunikation über ein zellenförmiges Netzwerk, könnte jedoch auch für ein schnurloses Netzwerk entworfen sein.

**[0031]** Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Tastatur 2 eine erste Gruppe 7 von Tasten als alphanumerische Tasten auf, zwei Softkeys 8, zwei Anruflhandhabungstasten 9, und eine Navigationstaste 10. Die vorliegende Funktionalität der Softkeys 8 ist in getrennten Feldern in der Anzeige 3 unmittelbar oberhalb der Tasten 8 angezeigt, und die Anruflhandhabungstasten 9 werden verwendet zum Aufbauen eines Anrufs oder eines Konferenzgesprächs, Beenden eines Anrufs oder Zurückweisen eines eingehenden Anrufs.

**[0032]** Fig. 2 zeigt schematisch die wichtigsten Teile eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des Telefons, wobei diese Teile für das Verständnis der Erfindung wesentlich sind. Das vorliegende Ausführungsbeispiel des Telefons gemäß der Erfindung ist ausgestaltet zur Verwendung in Verbindung mit dem GSM-900-MHz- und GSM-1800-MHz-Netzwerk, wobei die Erfindung aber selbstverständlich auch in Verbindung mit anderen Telefonnetzwerken verwendet werden kann. Der Prozessor 18 steuert die Kommunikation mit dem Netzwerk über die Sender-/Empfängerschaltung 19 und eine Antenne 20, die im Folgenden näher erläutert wird.

**[0033]** Das Mikrofon 6 wandelt die Stimme des Benutzers in die Analogsignale, wobei die dadurch gebildeten Signale in einem A/D-Wandler (nicht gezeigt) A/D-gewandelt werden, bevor die Sprache in einem Audioteil 14 codiert wird. Das codierte Sprachsignal wird zu dem Prozessor 18 geleitet, der z.B. die GSM-Endgerätesoftware unterstützt. Der Prozessor 18 bildet auch die Schnittstelle zu den peripheren Einheiten der Vorrichtung, die einen RAM-Speicher 17a und einen Flash-ROM-Speicher 17b, eine SIM-Karte 16, die Anzeige 3 und die Tastatur 2 (wie auch Daten, Stromversorgung, etc.) enthalten. Der Audioteil 14 unterzieht das Signal einer Sprachcodierung, das von dem Prozessor 18 über einen D/A-Wandler (nicht gezeigt) zur Hörmuschel 5 weiter-

geleitet wird.

#### Die Antennenstruktur

**[0034]** Wie aus den Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 hervorgeht, umfasst das bevorzugte Ausführungsbeispiel der Antennenvorrichtung gemäß der Erfindung zwei Grundteile – eine als Grundebene für die Antenne wirkende Abschirmung 24 und einen mit einem metallischen Muster 41 beschichteten dielektrischen Körper 40, wobei letzterer als Resonatorebene wirkt. Eine gedruckte Schaltungsplatine (PCB) 21 trägt eine Vielzahl von nicht gezeigten elektronischen Komponenten, und die Abschirmung 24 wird als ein per se bekannter EMC-Abschirmungsbehälter für diese Komponenten verwendet. Die Abschirmung 24 ist entlang ihrer Peripherie mit der Masse der PCB 21 verbunden und die Abschirmung 24 ist daher gut geeignet als Grundebene für die Antenne. Ein elastisches metallisches Bein 23 eines Verbindungselements 22 wird auf die PCB 21 gelötet und verbindet einen nicht gezeigten RX/TX-Pfad auf der PCB 21 mit dem Antennenkörperteil 40 über einen Anschlussstift 43 mit einem intern metallisierten Durchgang 42 kohärent zu dem Metallmuster 41.

**[0035]** Das Antennenelement wird im oberen hinteren Teil des Telefons positioniert.

**[0036]** Wie aus Fig. 4 hervorgeht, weist die Abschirmung 24 eine Anzahl von Flanschen 25 zum Führen der Abschirmung relativ zu dem Gehäuse des Telefons. Die Abschirmung 24 ist mittels Schrauben oder dgl., die Löcher 30 durchlaufen, an der PCB 21 befestigt. Die Abschirmung 24 ist des Weiteren ausgestattet mit einer Ausstanzung 26 für ein nicht gezeigtes SIM-Kartenverbindungselement. Die SIM-Karte wird gegen die Ränder der Ausstanzung 26 platziert und durch nicht gezeigte Verriegelungsmittel in dieser Position gesichert. Im oberen Bereich der Abschirmung 24 findet sich ein ebener Bereich 27, der als Grundebene für die Antenne dient, und dieser Bereich ist auch ausgestattet mit einer Ausstanzung 29, durch die sich das Antennenverbindungselement 22 erstreckt. Des Weiteren weist der ebene Bereich 27 zwei elastische Federzungen 31 auf, die zur Verbesserung der Masseverbindung der Antenne entlang einer Seite (der Oberseite) des Antennenkörpers 40 verwendet werden. Die Abschirmung 24 wird mit einer Stufe 28 gebildet, die den Abstand zwischen der Grundebene und der Resonatorebene in diesem Bereich verringert.

**[0037]** In Fig. 6 und Fig. 7 ist der Antennenkörper 40 gezeigt, und aus der Ansicht von oben (Fig. 7) geht hervor, dass der Speisungspunkt 42 der Antenne auf der Spitze einer Zunge 45 des metallischen Musters angeordnet ist. Der Speisungspunkt 42 ist als ein plattierter Durchgang von der Rückseite des Antennenkörpers 40 bereitgestellt und überträgt das

RF-Signal zwischen der PCB **21** und den Resonatorelementen der Antenne. Eine Metallinsel **44** umgibt den Durchgang auf der Oberseite des Anschlussstifts **43**. Die Form der Spitze der Zunge **45** entspricht der Form der Metallinsel **44**, um die Herstellung zu vereinfachen.

**[0038]** Die Zunge **45** auf dem metallischen Muster **41** ist zwischen einem Hauptschlitz **46** und einem untergeordneten Schlitz **47**, der vom mittleren Drittel des Hauptschlitzes **46** abzweigt, definiert. Die Länge des Hauptschlitzes **46**, und insbesondere der Umfang, hat einen wesentlichen Einfluss auf die Resonanzfrequenz der beiden Strahlungselemente **48** und **49** der Antenne. Die Zunge **45** ist kohärent zu den beiden Strahlungselementen **48** und **49** über ein gemeinsames Frequenzteil **39**. Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die beiden Strahlungselemente **48** und **49** für das GSM-900-MHz-Band bzw. das 1800-MHz-Band bestimmt.

#### Das Strahlungselement in dem 900-MHz-Band

**[0039]** Die Oberflächenströme auf dem Strahlungselement **48** in dem 900-MHz-Band beginnen an dem Speisungspunkt **42** und verlaufen entlang einer breiten Passage (gemeinsames Frequenzteil **39**) mit einer Rundung **52**, die dem Oberflächenstrom (durch Pfeile A dargestellt) ermöglicht, in einfacher Weise um den unteren Teil **53** des Schlitzes **46** zu wirbeln. Hierdurch wird die Verteilung der Oberflächenströme gleichmäßiger verteilt verglichen zu einem Ausführungsbeispiel, bei dem diese Passage mit streng parallelen Rändern ausgestattet ist. Es wurde beobachtet, dass diese Rundung **52** den Gewinn des Strahlungselements **48** in der senkrechten Richtung zu dem Strahlungselement erhöht.

**[0040]** Am Ende des Schlitzes **46** ist eine kapazitive Kopplung **58** ([Fig. 6](#)) mit der Grundebene vorgesehen. Diese Kopplung **58** verringert die GSM-900-MHz-Resonanzfrequenz. Wird der Abstand zwischen dem Ende der metallischen Schicht und der Grundebene verringert, so wird die kapazitive Kopplung **58** erhöht und dadurch die GSM-900-MHz-Resonanzfrequenz verringert.

**[0041]** Der Umfang und dadurch die Länge des GSM-900-MHz-Resonatorelements **48** wird bestimmt durch die GSM-900-MHz-Resonanzfrequenz. Dieser Umfang des GSM-900-MHz-Resonatorelements **48** beeinflusst nicht den Gewinn dieses Elements.

**[0042]** Je länger die Spitze **59** des Resonatorelements **48** ist, desto geringer wird die 900-MHz-Resonanzfrequenz sein. Allerdings darf die Spitze **59** dem Punkt **60** auf dem 1800-MHz-Resonatorelement **49** in der Nähe der Öffnung des Schlitzes **46** nicht zu nahe kommen, da dies die Kopplung zwischen den

beiden Strahlungselementen und dem Erdungspunkt in der Nähe der Öffnung des Schlitzes **46** erhöhen wird. Falls die Kopplung nach Masse ausgehend von der Spitze **49** erhöht wird, so wird sich der Gewinn des 900-MHz-Resonatorelements **48** verringern.

**[0043]** Es wurde beobachtet, dass eine konstante Breite des Schlitzes **46** und ein breites Ende (die Breite wird zum Ende hin erhöht) des 900-MHz-Resonatorelements **48** zu den höchsten Gewinnwerten führt.

**[0044]** Die Länge und insbesondere der Umfang des Schlitzes **46** hat einen wesentlichen Einfluss auf die 900-MHz-Resonanzfrequenz – je länger der Schlitz **46** ist, desto geringer wird die Resonanzfrequenz sein.

**[0045]** Die Breite des Schlitzes bestimmt sowohl die Resonanzfrequenz als auch den Gewinn. Ein dünnerer Schlitz **46** führt zu einer höheren 900-MHz-Resonanzfrequenz (teilweise aufgrund der Tatsache, dass der Umfang kürzer ist, teilweise aufgrund der negativen Kopplung der gegenüberliegenden Ströme) und auch einen geringeren Gesamtgewinn (aufgrund der negativen Kopplung der entlang der beiden Seiten des Schlitzes **46** verlaufenden Ströme).

**[0046]** Normalerweise wird der Schlitz **46** für einen maximalen Gewinn entworfen. Allerdings wurde beobachtet, dass ein breiter Schlitz **46** zu einer geringen Resonanzfrequenz und einem geringfügig kleineren Gewinn führt. Ursache hierfür könnte die Tatsache sein, dass die minimale Breite des Resonatorelements **48** verringert ist, um die Gesamtabmessung des Antennenkörpers beizubehalten. Dies wird die Fähigkeit des Resonatorelements **48** beeinflussen, die Oberflächenströme in einer wirksamen Weise zu führen. Allerdings kann dann die Breite des Resonatorelements **48** erhöht werden durch Vorsehen einer Erweiterung **48** an dem Element **48**, die das glatte Ende des Antennenkörpers umschließt. Dies führt zu einer geringeren Resonanzfrequenz des Elements **48** aufgrund des vergrößerten Umfangs, wobei der Gewinn aber ebenfalls verringert wird. Die Gewinnverringerung ergibt sich aufgrund der Tatsache, dass das elektromagnetische Feld im Inneren der Struktur gehalten wird.

**[0047]** Ein Abschließen des Schlitzes **46** in einem gekrümmten Abschnitt **66**, wie in [Fig. 8](#) dargestellt, kann die Resonanzfrequenz erhöhen. Der Winkel zwischen dem Hauptschlitz **46** und dem gekrümmten Abschnitt **66** wird vorzugsweise ca. 90° betragen.

**[0048]** Als Alternative wird der Schlitz **46** als sich abwärts erstreckender Abschnitt **67** in den kapazitiven Koppler **48** fortgeführt, wie in [Fig. 9](#) gezeigt. Dies führt zu einer Verringerung des Gesamtgewinns des 900-MHz-Bands.

Das Strahlungselement in dem 1800-MHz-Band

**[0049]** Die Oberflächenströme auf dem Strahlungselement **49** in dem 1800-MHz-Band beginnen an dem Speisungspunkt **42** und passieren den gemeinsamen Frequenzteil **39** um das Ende des zweiten Schlitzes **47**. Der zweite Schlitz **47** erhöht die Bandbreite in dem GSM-900-MHz-Band und verringert die Bandbreite in dem GSM-1800-MHz-Band. Allerdings wurde beobachtet, dass die Verbesserung der Bandbreite in dem niedrigeren Frequenzband höher ist als die Verringerung der Bandbreite in dem höheren Frequenzband. Es wird angenommen, dass dies aus der Tatsache herrührt, dass die Oberflächenströme in ziemlich diffuser Weise verlaufen – siehe die Pfeile B in [Fig. 7](#) – und somit zu Pfaden mit unterschiedlichen Längen führen, wodurch das Resonatorelement **49** veranlasst wird, mit unterschiedlichen Frequenzen in einem fortlaufenden Frequenzband in Resonanz zu geraten.

**[0050]** Die Breite des Schlitzes **47** hat einen Einfluss auf die Bandbreite in dem GSM-1800-MHz-Band. Je breiter der Schlitz **47** ist, desto geringer wird die Bandbreite des oberen Frequenzbands sein. Dabei verringert ein breiter Schlitz den Gewinn des GSM-900-MHz-Band-Resonanzelements **48**. Daher wird der Schlitz mit einer minimalen Breite im Bereich von 0,8 mm und mit einer Länge im Bereich von 4,2 mm bereitgestellt. Diese minimale Breite sichert eine minimale Kopplung zwischen den beiden Resonatorelementen **48** und **49** und ist hauptsächlich bestimmt durch den Herstellungsprozess, bei dem ein Shot-Molding-Prozess gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel verwendet wird. Die Länge des Schlitzes **47** bestimmt die Bandbreite des 900-MHz-Bands und den Gewinn des 1800-MHz-Bands. Je länger der Schlitz **47** ist, desto größer wird die Bandbreite im 900-MHz-Band sein, und desto geringer der Gewinn in dem 1800-MHz-Band.

**[0051]** Ein Einschnitt **61** entkoppelt die beiden Frequenzbänder durch zwangsweises Verhindern, dass der 900-MHz-Strom auf dem kapazitiven 1800-MHz-Koppler **54** fließt. Ein Verringern der Breite des Metallmusters zwischen dem Ende des Schlitzes **47** und dem Einschnitt **61** wird zum selben Effekt führen wie ein Erhöhen der Breite des Schlitzes **47**.

**[0052]** Das 1800-MHz-Band-Resonanzelement **49** wird in einer Kurzschlussoberfläche **56** beendet, die in Richtung der als Grundebene für die Antenne wirkenden Abschirmung **42** geneigt ist. Ein metallisierter Stift **51** verringert die Resonanzfrequenz im 1800-MHz-Band und wird darüber hinaus als Greifarm zum Befestigen der Antenne an der Abschirmung **24**/PCB **21** verwendet. Der Grund für die Verringerung der Resonanzfrequenz liegt darin, dass die Oberflächenströme (die Pfeile C in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#))

um den Stift **51** fließen können, bevor sie auf der Rückseite der Abschirmung **24** Masse erreichen, und daher eine längere elektrische Distanz zurücklegen.

**[0053]** Ein weiterer Stift **57** ähnlich dem Stift **51** ist zum Fixieren der Antenne an der Abschirmung **24** vorgesehen. Allerdings ist der Stift **57** nicht metallisiert und dient lediglich mechanischen Zwecken. In beiden Seiten des Antennenkörpers ist eine Erhebung **55** vorgesehen zum Herstellen einer Schnappverbindung mit der Abschirmung **24**, die ähnliche Ausnehmungen **65** aufweist.

**[0054]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird ersichtlich, dass der kapazitive Koppler **54** als ein metallisches Musterteil auf einer sich in Richtung der Abschirmung **24** erstreckenden Wand vorgesehen ist. Dieser Koppler **54** verringert die 1800-MHz-Band-Resonanzfrequenz – je näher an der Grundebene das Muster endet, desto höher wird die Kopplung sein und dies führt zu einer geringeren Resonanzfrequenz.

Der Antennenkörper

**[0055]** Im Grunde wird der in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) perspektivisch dargestellte Antennenkörper **40** als Plastikkörper in einem Zwei-Komponenten-Spritzgussprozess (Two Shot Moulding) bereitgestellt. Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung benötigen die für die zwei Schüsse erforderlichen Plastikmaterialien im Grunde spezifische Eigenschaften – vorrangig in Bezug auf elektrische Eigenschaften des Antennenkörpers. Vorzugsweise wird das Plastikmaterial oder das dielektrische Material für die innere Antenne als aus Styrenmonomer synthetisiertes kristallines Polymer ausgewählt. Eine Oberfläche eines solchen Plastikkörpers kann als Oberfläche aus demselben Plastik nicht mit Metall beschichtet (plattiert) werden, wobei aber in Form einer Mischung mit einem geeigneten Katalysator eine Plattierung möglich ist.

**[0056]** Das metallische Material wird nur an dem Mischplastik haften und ein als die Streifenleitung für die Antenne nutzbares Muster kann erzeugt werden. Idemitsu Petrochemical Co., Ltd. vermarktet ein für die Herstellung des Antennenkörpers **40** geeignetes dielektrisches Material unter dem Markennamen XAREC®.

**[0057]** Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden zwei Varianten Xarec S-131 (GF 30%) und Xarec SP-150 (GF 30%) für den ersten bzw. zweiten Schuss verwendet. Bei dem bevorzugten dielektrischen Material handelt es sich um syndiotaktisches Polystyren (SPS). Alternative Materialien mit ähnlichen Eigenschaften können verwendet werden, z.B. Questa QA 802 oder Catalyzed SPS RTP 4699 × 79007.

**[0058]** Die erforderlichen Eigenschaften für das Material zur Verwendung in einer Antenne sind geeignete elektrische Eigenschaften, wie beispielsweise Dielektrizitätskonstante und Verlustfaktor, und eine Fähigkeit, diese Eigenschaften für einen längeren Zeitraum beizubehalten. Dies erfordert im Grunde, dass die Wasserabsorptionsrate gering ist, um sicherzustellen, dass die dielektrischen Eigenschaften der Antenne im Wesentlichen auf demselben Niveau verbleiben. Andernfalls wird das absorbierte Wasser die dielektrischen Eigenschaften des Antennenkörpers beeinflussen. Xarec S-131 (GF 30%) und Xarec SP-150 (GF 30%) weisen eine Wasserabsorption/24h bei 0,05% auf, gemäß dem Testverfahren ASTM D 570.

**[0059]** Im Grunde können die Eigenschaften dieser dielektrischen Materialien aus den zugehörigen Datenblättern entnommen werden. Die Materialien wurden allerdings primär aufgrund ihrer Dielektrizitätskonstanten im Bereich 3,0 bis 3,1 ausgewählt, was das Verhältnis zwischen der Resonanzwellenlänge und der Freiraumwellenlänge beeinflusst. Des Weiteren ist die Wasserabsorptionsrate besonders wichtig, da das Vorhandensein von Wasser in dem dielektrischen Material dessen dielektrische Eigenschaften stark beeinflusst.

Das bevorzugte Verfahren zum Herstellen der Antenne

**[0060]** Die Herstellung des Antennenkörpers **40** kann die Schritte des Spritzgießens gefolgt von Plattierungsschritten zum Herstellen des erforderlichen metallischen Musters umfassen. **Fig. 14(a)** zeigt die grundlegenden Schritte in dem Spritzgussprozess. Als ein erster Schritt wird der Hohlraum zwischen einem ersten und einem zweiten Formteil **101** bzw. **102** erzeugt. Dieser Hohlraum wird erzeugt durch Bewegen eines ersten Werkzeugs **120** in Richtung eines zweiten Werkzeugs **121**, wie durch den Pfeil A gezeigt. Das erste Werkzeug **120** weist zwei identische Formteile auf (zweite Formteile **102** und **106**), und das zweite Werkzeug **121** weist drei Formteile (ein drittes Formteil **103** und zwei dazu benachbarte erste Formteile **101** und **105**). Das Harz wird in den durch das erste Formteil **101** und das zweite Formteil **102** gebildeten Hohlraum geschossen (erster Schuss), wodurch ein erster Teilkörper **100** erzeugt wird (die geometrische Form des Körpers ist in **Fig. 14(a)** und **(b)** im Vergleich zur in **Fig. 11** und **Fig. 12** gezeigten tatsächlichen Form vereinfacht dargestellt). Das für diesen Schuss verwendete Harz stößt in einem späteren Metallisierungsprozess Metall ab. Das Harz wird durch eine in dem ersten Formteil **101** bereitgestellte Einlassöffnung **104** eingespritzt.

**[0061]** Danach werden die beiden Werkzeuge **120** und **121** getrennt, wie durch den Pfeil B in **Fig. 14(b)** gezeigt ist, und der erste Teilkörper **100** wird in dem

zweiten Formteil **100** beibehalten. Das Werkzeug **120** wird dann so versetzt, dass das zweite Formteil **102** mit dem zentralen dritten Formteil **103** in Ausrichtung gebracht wird. Die Werkzeuge **102** und **103** werden einen Hohlraum mit der Form des in **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigten abschließenden Antennenteilkörper **40** bilden. Der erste Teilkörper **100** füllt allerdings einen wesentlichen Teil dieses Hohlrums aus, wodurch der Resthohlraum zum Empfangen des zweiten Harzes dem Teilkörper **110** entspricht. Die Werkzeuge mit dem Hohlraum, in dem sich der erste Teilkörper **100** befindet, werden vorgeheizt, wodurch sich das zweite Harz beim Einschließen in den Hohlraum mit dem ersten Harzkörper vereinigt, um einen kohärenten Antennenkörper zu bilden. Dieser kohärente Körper ist durch das Bezugszeichen **112** gekennzeichnet. Das für den zweiten Schuss verwendete Harz erlaubt ein Anhaften von Metall in einem späteren Metallisierungsprozess. Das Harz wird über in dem dritten Formteil **103** bereitgestellte Einlassöffnung **104** eingespritzt.

**[0062]** Beim Plattieren des Plattierungsprozesses, z.B. ein elektrodenloser Tauchprozess, wird eine 10- bis 12- $\mu\text{m}$ -Cu-Plattierung auf der Oberfläche eines Antennenkörpers mit einem durch zwei Gusschüsse definierten Muster hinzugefügt. Die Cu-Schicht wird abschließend durch eine dünne Ni-Schicht mit einer Dicke von ungefähr 1 bis 2  $\mu\text{m}$  geschützt. Die Ni-Schicht schützt die Strom tragende Cu-Schicht. Abschließend wird das Teil in eine Chromlösung getaucht, um die Nickeloberfläche zu passivieren. Das Metall haftet lediglich an dem in dem zweiten Schuss des Spritzgussprozesses verwendeten Harz.

**[0063]** Durch Verwenden dieses lateralen Versatzes des Werkzeugs **120** wird das erste Harz in einen teilweise durch eines der zweiten Formteile **102** gebildeten Hohlraum zur gleichen Zeit geschossen, wie das zweite Harz in den teilweise durch das andere der zweiten Formteile **106** gebildeten Hohlraum geschossen wird. Dann wird das erste Harz durch die Auslassöffnung **104** in einem der ersten Formteile **101** und **105** bereitgestellt, während das zweite Harz durch die Auslassöffnung **104** in dem dritten Formteil **103** bereitgestellt wird. Lediglich eines der ersten Formteile **101** und **105**, das mit einem der zweiten Formteile **102** und **106** in Ausrichtung gebracht ist, spritzt Harz während eines Schusses.

Größe des dielektrischen Körpers

**[0064]** Der unter Bezugnahme auf **Fig. 3** bis **11** beschriebene Antennenkörper ist als Zwei-Band-Antenne für das GSM-900-MHz-Band und das GSM-1800-MHz-Band entworfen und weist in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Gesamtbreite von ungefähr 55 mm, eine Gesamthöhe von ungefähr 37 mm und eine Gesamtdicke von ungefähr 9 mm auf. Die Gesamtlänge des GSM-900-MHz-Pfads **48**

beträgt 50 bis 55 mm. Die Gesamtlänge des GSM-1800-MHz-Pfads **49** beträgt 20 bis 30 mm.

#### Strahlungsdiagramm

[0065] **Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen das Strahlungsdiagramm für das 900-MHz-Band bzw. 1800-MHz-Band. Der  $S_{11}$ -Minimalrückverlust wurde mit  $-17$  dB für das GSM-900-MHz-Band und mit  $-34$  dB für das GSM-1800-MHz-Band gemessen. Die Bandbreite bei  $S_{11} = -6$  dB beträgt 78 MHz (8 MHz Überschuss) für das GSM-900-MHz-Band bzw. 180 MHz (10 MHz Überschuss) für das GSM-1800-MHz-Band.

[0066] Der maximale Gewinn beträgt 1,6 dBi für das GSM-900-MHz-Band bzw. 5,2 dBi für das GSM-1800-MHz-Band. Der maximale Gewinn an den Bandrändern beträgt 0,8 dBi für das GSM-900-MHz-Band bzw. 3,23 dBi für das GSM-1800-MHz-Band. Der geschätzte Wirkungsgrad an den Mittelpunkten beträgt 70% für das GSM-900-MHz-Band bzw. 60% für das GSM-1800-MHz-Band. Die Mittenfrequenzen betragen 925 MHz bzw. 1795 MHz.

[0067] **Fig. 12** zeigt, dass die über die Rückseite des Telefons abgestrahlte Leistung in dem GSM-900-MHz-Band 1,6 dBi beträgt, während die in der entgegengesetzten Richtung abgestrahlte Leistung zumindest 1,6 dBi geringer ist. **Fig. 13** zeigt, dass die über die Rückseite des Telefons in dem GSM-1800-MHz-Band abgestrahlte Leistung 5,2 dBi beträgt, während die in der entgegengesetzten Richtung abgestrahlte Leistung fast vernachlässigbar ist.

#### Patentansprüche

1. Eine Antennenvorrichtung mit:  
einer ersten metallischen Schicht (**41**), die als Resonatorebene wirkt und wenigstens zwei Abstrahlelemente (**48**, **49**) definiert, die durch einen ersten Schlitz (**46**) getrennt sind,  
einer zweiten metallischen Schicht (**27**), die im Wesentlichen parallel zu der ersten metallischen Schicht (**41**) angeordnet ist und als Grundebene für die Antennenvorrichtung wirkt,  
Einspeisungsmittel (**21-23**), die mit der ersten und der zweiten metallischen Schicht (**41**, **27**) verbunden sind, zum Einspeisen eines RF-Signals in die Antennenvorrichtung, wobei die Einspeisungsmittel (**21-23**) einen Einspeisungspunkt (**42**) in der ersten metallischen Schicht (**41**) aufweisen,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die erste metallische Schicht (**41**) mit einem zweiten Schlitz (**47**) versehen ist, der sich von dem ersten Schlitz (**46**) erstreckt, wobei der Einspeisungspunkt (**42**) auf einer metallisierten Zunge (**45**) zwischen dem ersten und dem zweiten Schlitz (**46**, **47**) angeordnet ist, wodurch Oberflächenströme um die Spitzen der Schlitze (**46**,

**47**) in Richtung der Abstrahlelemente (**48**, **49**) herumgehen müssen.

2. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei eine kapazitive Kopplung (**54**, **58**) zwischen einem von den zwei Abstrahlelementen (**48**, **49**) und der zweiten metallischen Schicht (**27**) vorgesehen ist.

3. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die kapazitive Kopplung (**54**, **58**) benachbart zu einer Einschnürung des Musters vorgesehen ist, wobei das Ende des zweiten Schlitzes (**47**) und ein Einschnitt benachbart zur kapazitiven Kopplung (**54**, **58**) diese Einschnürung definiert.

4. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei die kapazitive Kopplung (**54**, **58**) als eine metallische Beschichtung vorgesehen ist, die sich senkrecht zu der ersten und zweiten metallischen Schicht (**41**, **27**) erstreckt, und im Vergleich zu dem Abstand zwischen der ersten und zweiten metallischen Schicht (**41**, **27**) kurz beabstandet zu einer der ersten und zweiten metallischen Schichten (**41**, **27**), endet.

5. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die erste metallische Schicht (**41**) auf einen dielektrischen Körper (**40**) beschichtet ist.

6. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei der dielektrische Körper (**40**) durch ein Spritzgussverfahren mit zwei Einspritzungen bereitgestellt ist.

7. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 6, wobei das in einem der beiden Spritzgusseinspritzungen verwendete Material ein Gießharz, das Metall eines anschließenden Beschichtungsvorgangs abstößt, ist und wobei das in der zweiten Einspritzung verwendete Material ein Gießharz ist, an dem Metall in dem darauffolgenden Beschichtungsvorgang haftet.

8. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei der dielektrische Körper (**40**) mit Kopplungsmitteln (**55**) zum Herstellen einer lösbaren Verbindung mit einem separaten metallischen Körper, der als die zweite metallische Schicht (**27**) der Vorrichtung wirkt, versehen ist.

9. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 5 bis 8, wobei die Einspeisungsmittel (**21-23**) eine Bohrung durch den dielektrischen Körper (**40**) als eine die erste metallische Schicht (**41**) mit einem Anschlusspad (**44**) auf der Rückseite des dielektrischen Körpers (**40**) verbindende Verbindung aufweisen.

10. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 2-9, wobei die kapazitive Kopplung (**54**, **58**) vorgesehen ist zwischen der ersten und der zweiten metallischen



Schicht (41, 27) durch eine örtliche Reduzierung des Abstands zwischen der ersten metallischen Schicht (41) und der zweiten metallischen Schicht (27) und durch Vorsehen einer sich senkrecht zu der ersten und der zweiten metallischen Schicht (41, 27) erstreckenden metallischen Beschichtung, und die Beschichtung im Vergleich zu dem Abstand zwischen der ersten und der zweiten metallischen Schicht (41, 27) kurz beabstandet von einer der ersten und zweiten metallischen Schichten (41, 27) beendet.

sen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

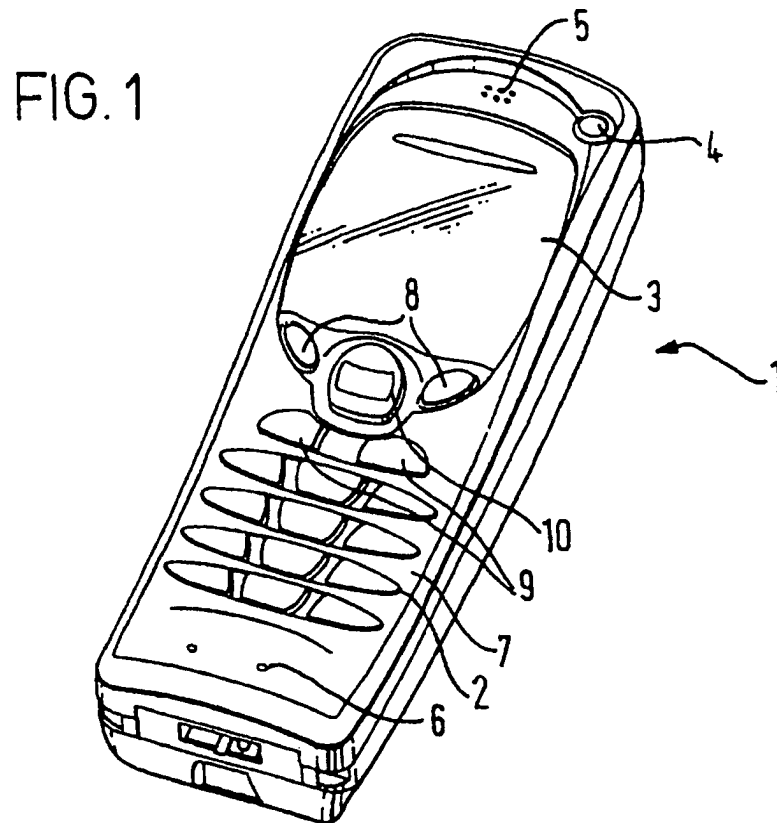
11. Antennenvorrichtung gemäß Anspruch 10, wobei der dielektrische Körper (40) eine lösbare Verbindung mit einem separaten metallischen Körper ist, der als die zweite metallische Schicht (27) der Vorrichtung wirkt, und wobei an dem metallischen Körper ein abgestuft angehobener Teil vorgesehen ist, um die kapazitive Kopplung (54, 58) herzustellen.

12. Tragbares Handtelefon (1) mit einer internen Antenne mit: einer Antennenvorrichtung mit:

- einem dielektrischen Körper (40),
  - einer metallischen Schicht (41), die auf dem dielektrischen Körper (40) vorgesehen ist und als Resonatorebene dient und wenigstens zwei Abstrahlelemente (48, 49), die durch einen ersten Schlitz (46) getrennt sind, definiert,
  - einem metallischen Abschirmteil (27) der wenigstens einen Teil einer Leiterplatte des Telefons abdeckt und im Wesentlichen parallel zur metallischen Schicht (41) auf dem dielektrischen Körper (40) angeordnet ist und als Grundebene für die Antennenvorrichtung dient,
  - Einspeisungsmittel (21-23), die auf der Leiterplatte (21) vorgesehen sind und mit dem metallischen Abschirmteil (27) und mit einem Einspeisungspunkt (42) auf der metallischen Schicht (41) verbunden sind, der auf dem dielektrischen Körper (40) zum Einspeisen eines RF-Signals in die Antennenvorrichtung vorgesehen ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Schicht (41) einen zweiten Schlitz (47) aufweist, der sich von dem ersten Schlitz (46) erstreckt, wobei der Einspeisungspunkt (42) auf einer metallisierten Zunge (45) zwischen dem ersten und dem zweiten Schlitz (46, 47) angeordnet ist, wodurch Oberflächenströme um die Spitzen der Schlitze in Richtung der Abstrahlelemente (48, 49) herumgehen müssen.

13. Tragbares Handtelefon (1) gemäß Anspruch 12, wobei der dielektrische Körper (40) Kupplungsmittel (55) zum Einrichten einer lösbaren Verbindung mit dem metallischen Abschirmteil (27) aufweist.

14. Tragbares Handtelefon (1) gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei die Einspeisungsmittel (21-23) eine Bohrung durch den dielektrischen Körper (40) als eine Verbindung, die die metallische Schicht (41) mit einem Anschlusspad (44) auf der Rückseite des dielektrischen Körpers (40) durchverbindet, aufwei-



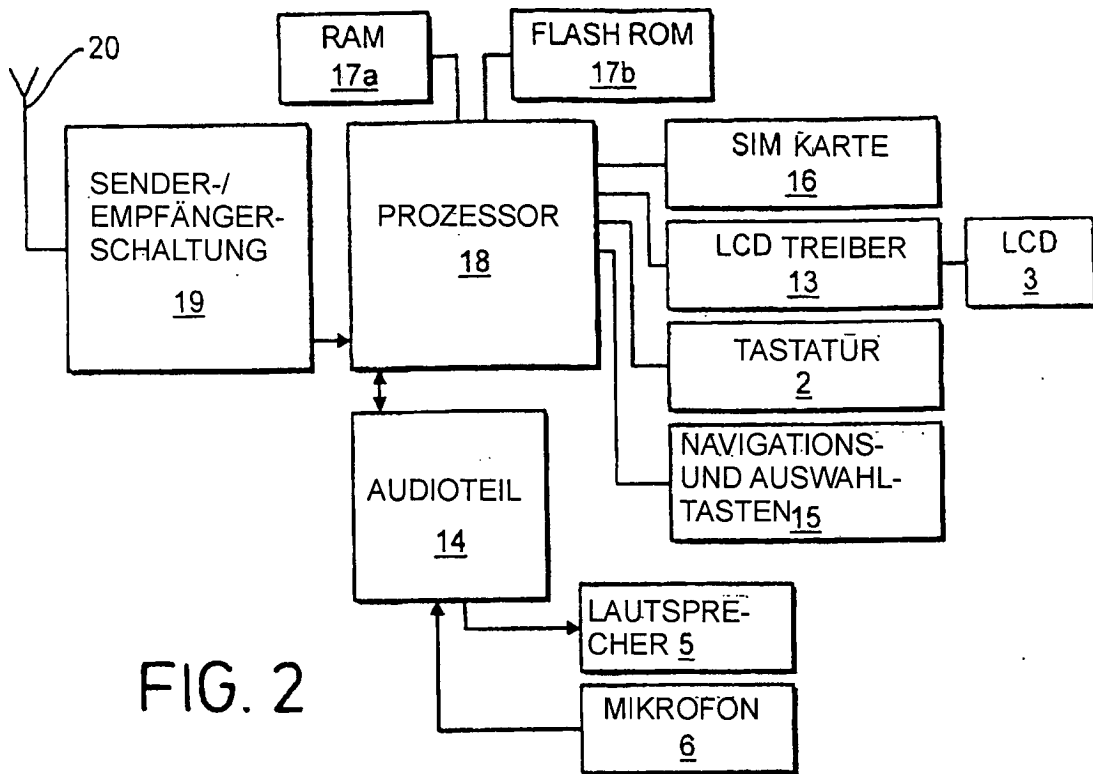


FIG. 2

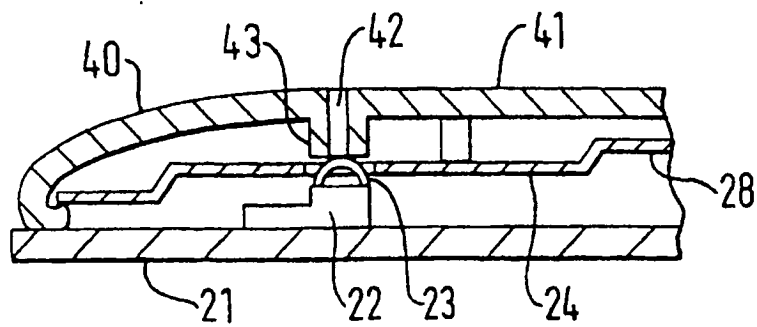
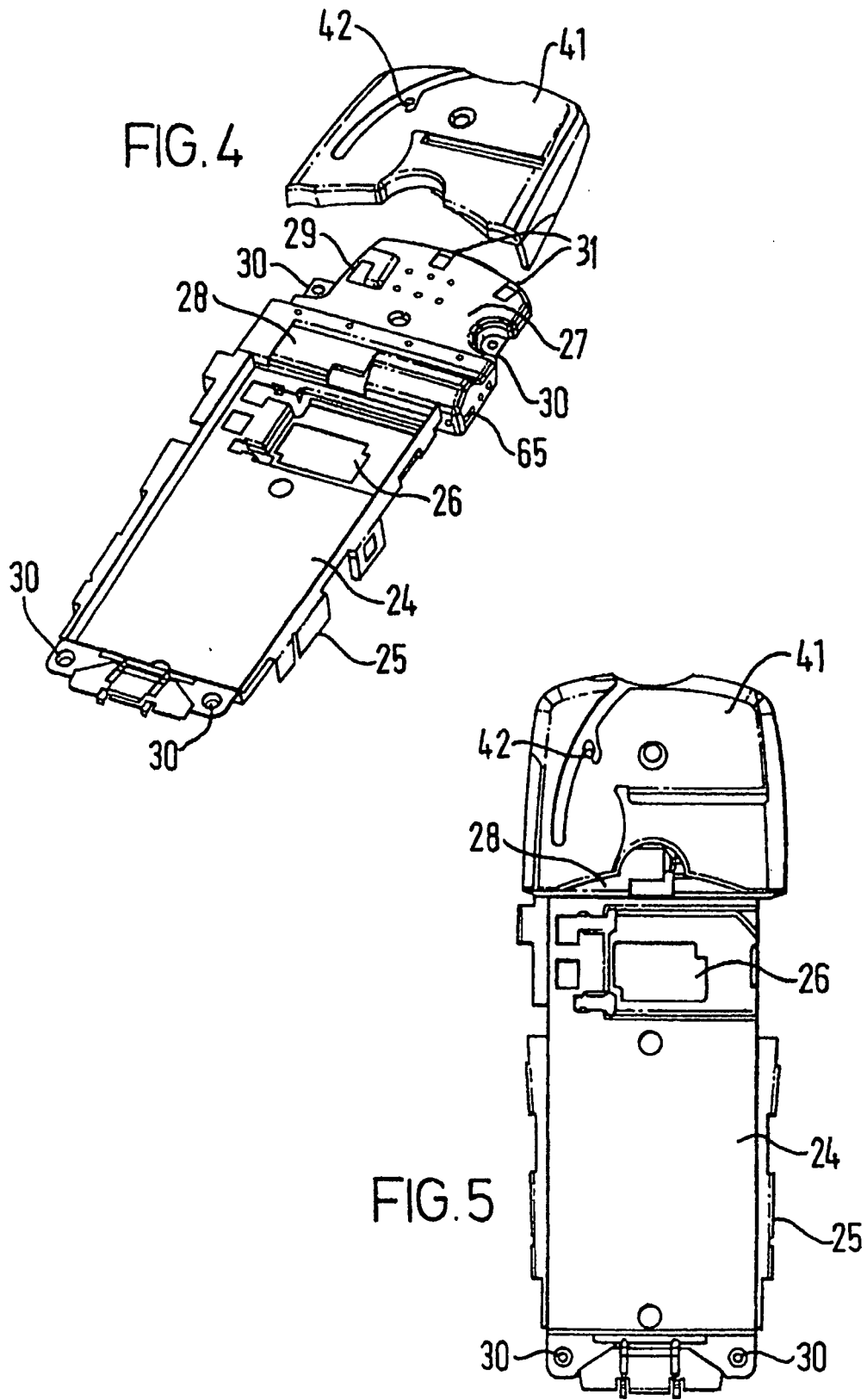
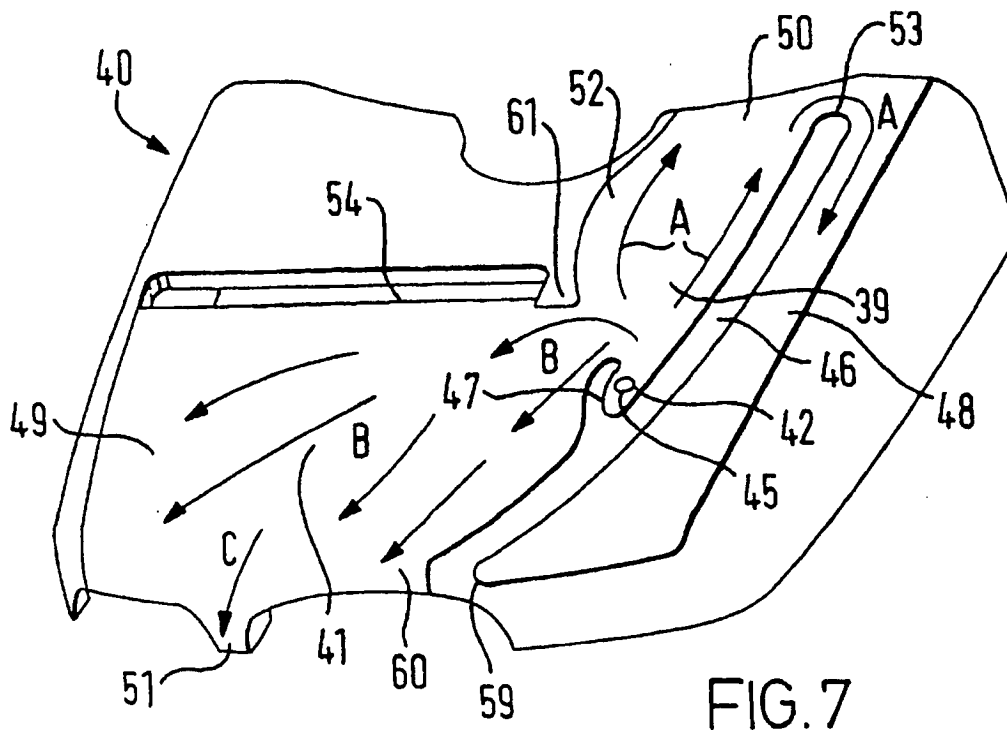
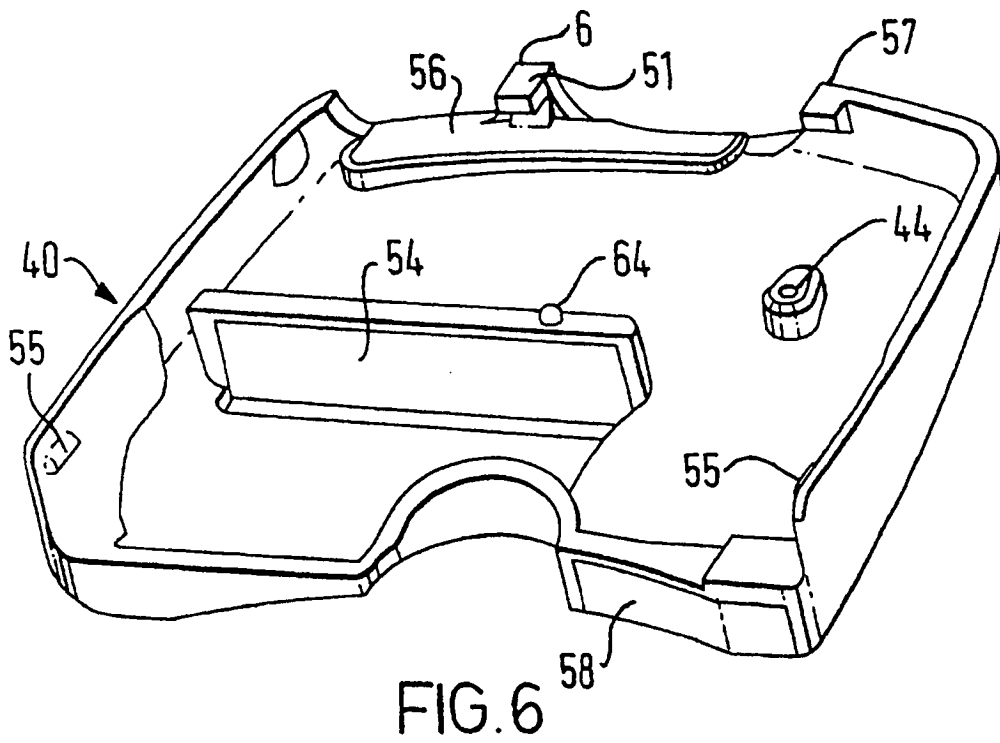


FIG. 3





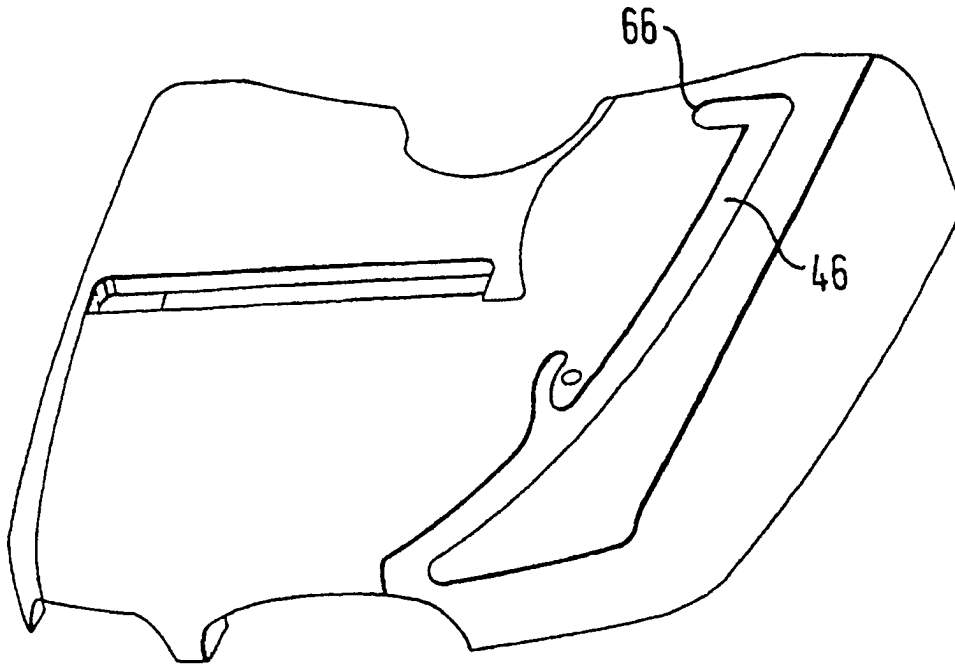


FIG. 8

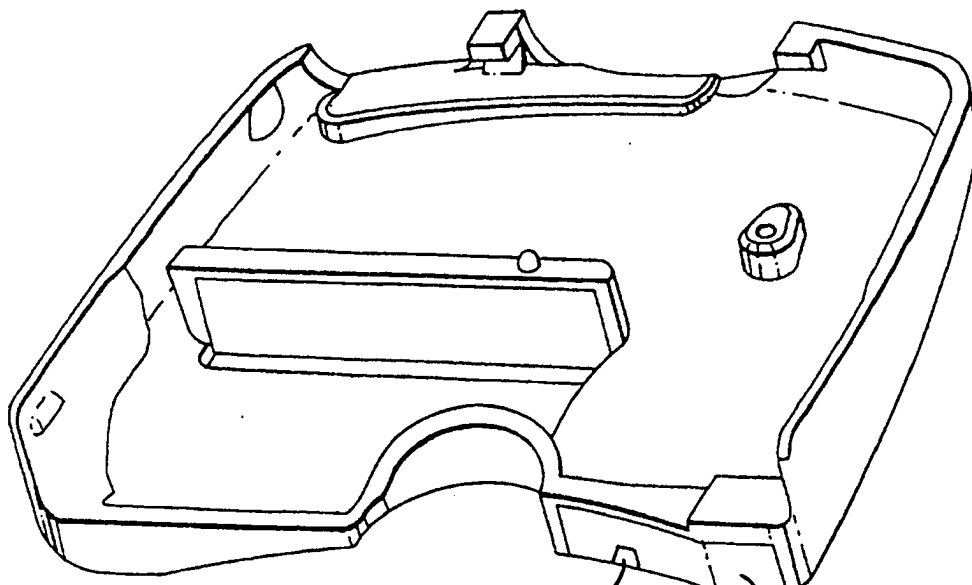


FIG. 9

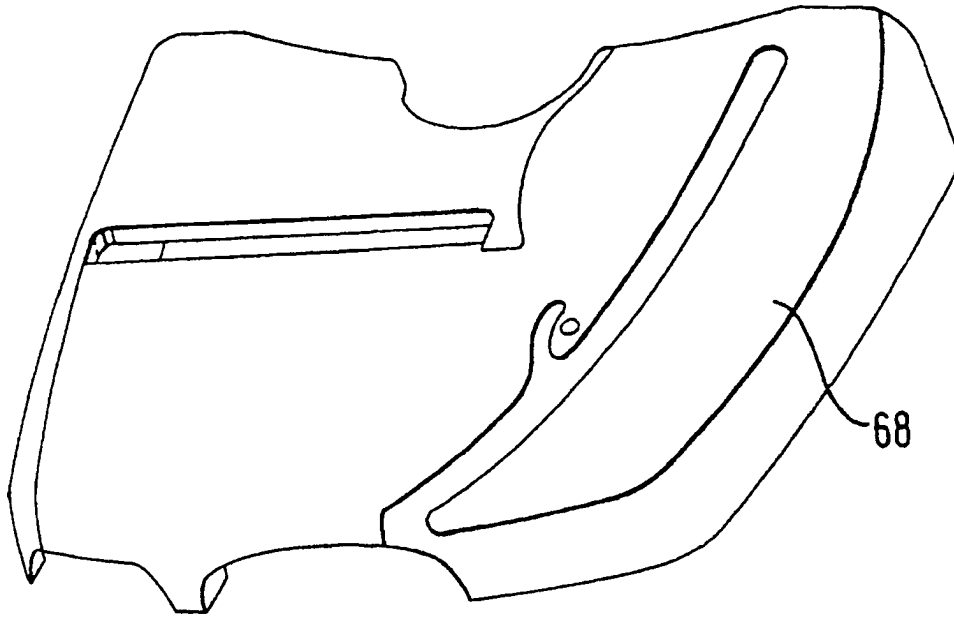


FIG. 10

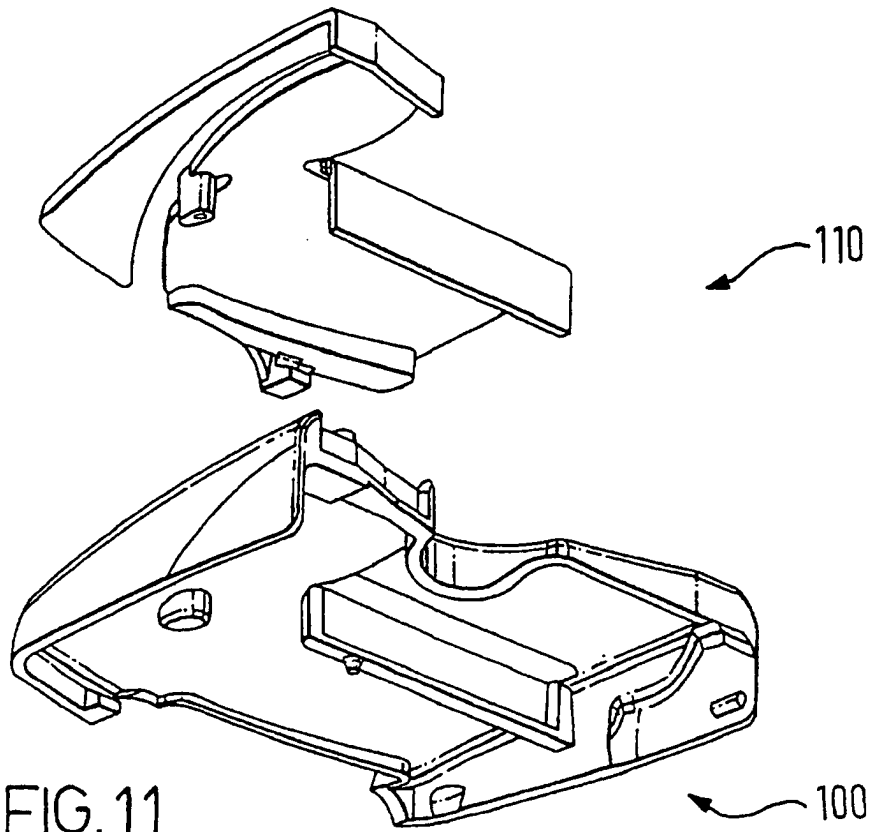


FIG. 11

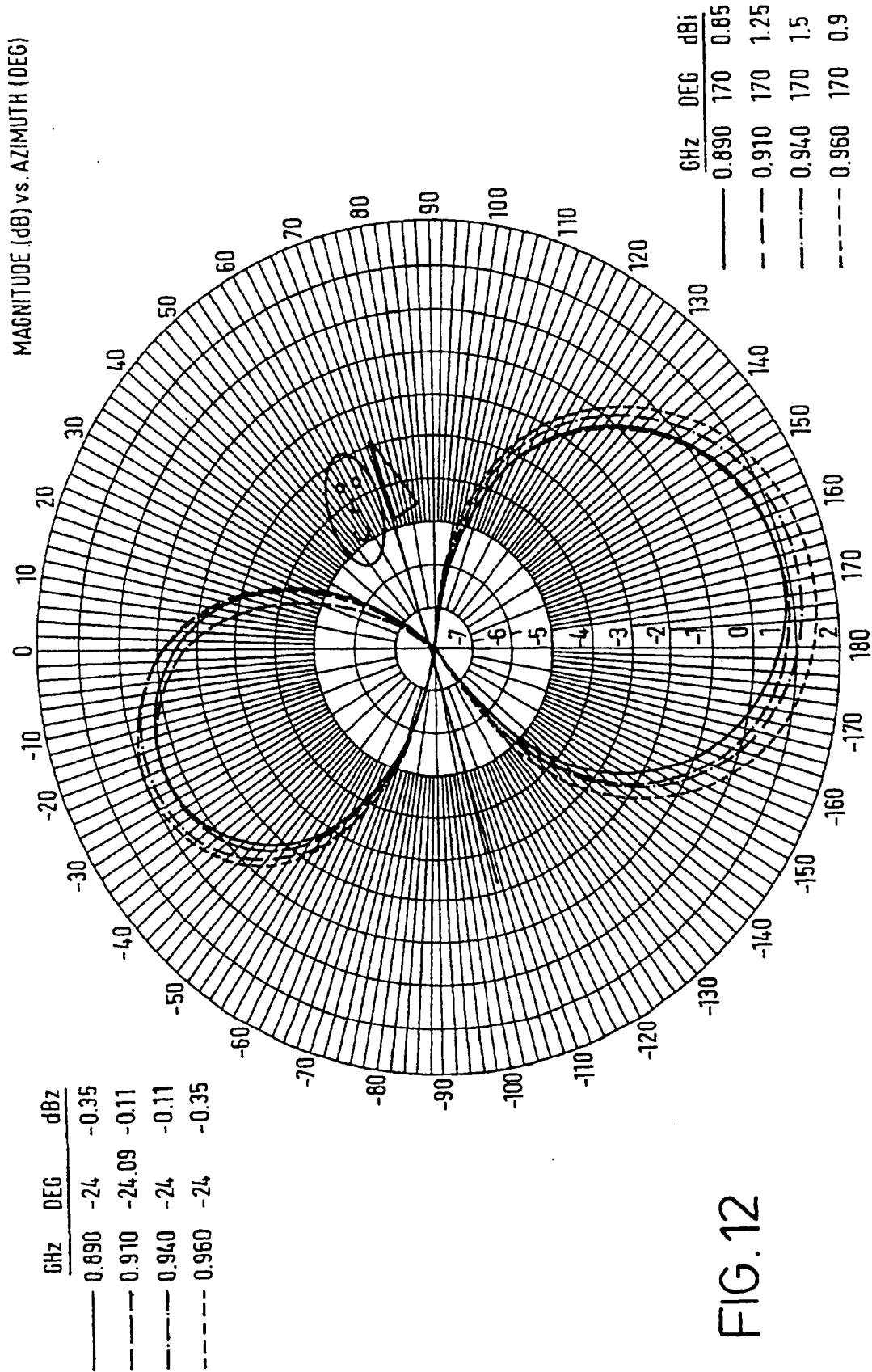
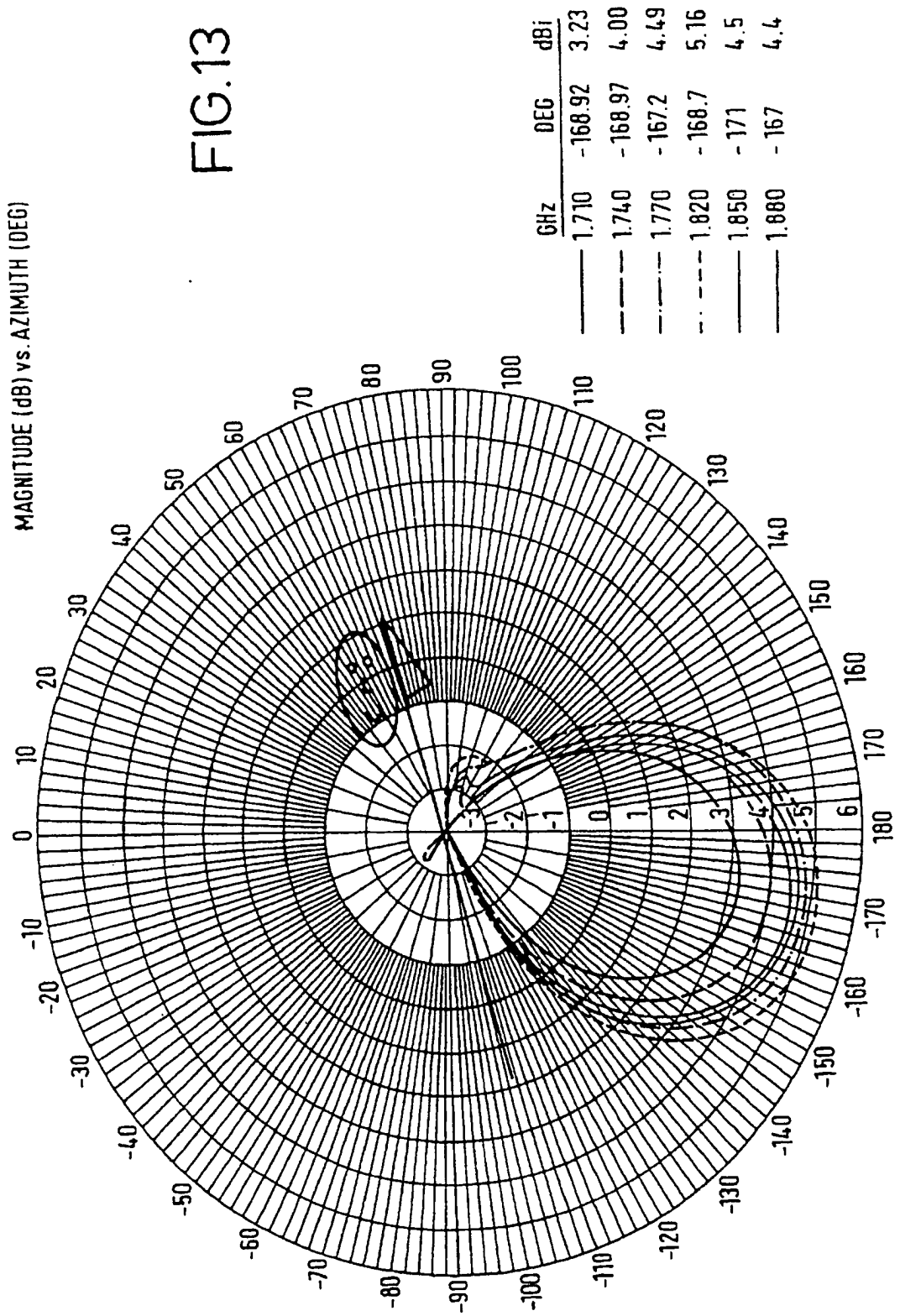


FIG.12



FIG.13



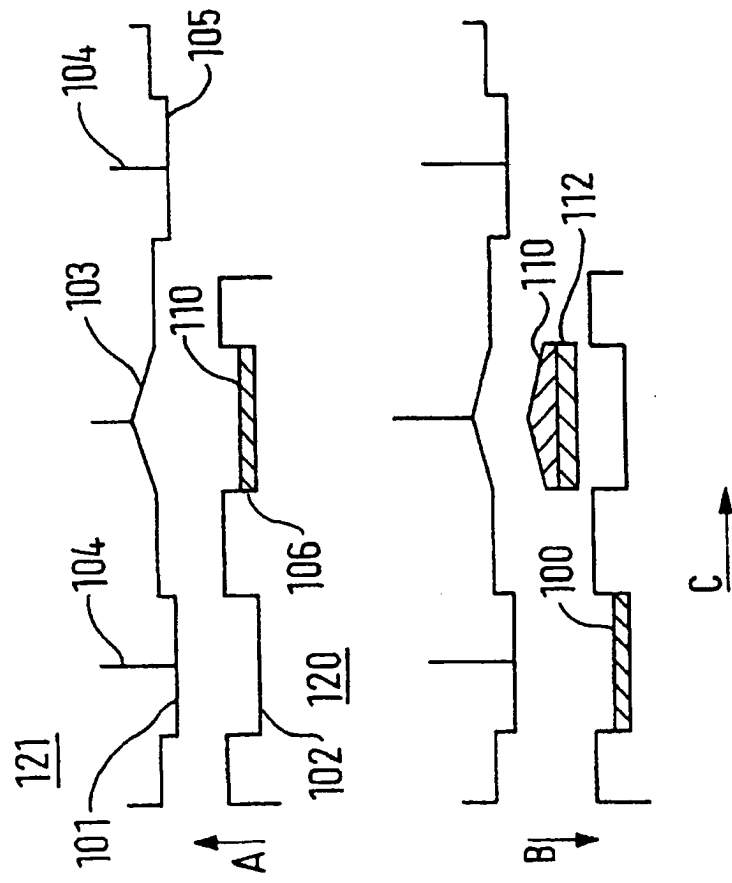


FIG. 14