



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 28 968 T2** 2008.03.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 444 751 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 28 968.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP01/11914**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 274 550.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/034538**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.10.2001**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **24.04.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.08.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **13.06.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.03.2008**

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

**H01Q 1/36** (2006.01)

**H01Q 1/38** (2006.01)

**H01Q 5/00** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

**Fractus, S.A., Sant Cugat Del Valles, ES**

(74) Vertreter:

**COHAUSZ & FLORACK, 40211 Düsseldorf**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**PUENTE BALIARDA, Carles Alcalde Barnils  
Edificio, 08190 Sant Cugat del Valles (Barcelona),  
ES; SOLER CASTANY, Jordi Alcalde Barnils  
Edificio, 08190 Sant Cugat del Valles (Barcelona),  
ES**

(54) Bezeichnung: **BELASTETE ANTENNE**

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**

## GEGENSTAND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine neuartige belastete Antenne, die gleichzeitig auf mehreren Bandbreiten wirksam ist und eine kleinere Größe als Antennen nach dem Stand der Technik bietet.

**[0002]** Der Strahler der neuartigen belasteten Antenne besteht aus zwei verschiedenen Teilen: einer leitenden Fläche mit einer polygonalen, raumfüllenden oder Mehrebenenform; und einer belastenden Struktur bestehend aus einem Satz Streifen, die mit der besagten ersten leitenden Fläche verbunden sind.

**[0003]** Die Erfindung bezieht sich auf einen neuen Typ belasteter Antennen, der hauptsächlich für mobile Kommunikationen oder im Allgemeinen für alle anderen Anwendungen geeignet ist, bei denen die Integration von Telekommunikationssystemen oder Anwendungen in einer einzigen kleinen Antenne von Bedeutung sind.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0004]** Das Wachstum des Telekommunikationssektors und im Besonderen die Expansion privater mobiler Kommunikationssysteme treiben die Ingenieursleistungen zur Entwicklung von Multiservice (Mehrfrequenz)-Systemen sowie kompakten Systemen, die Mehrfrequenz- und kleine Antennen erfordern, voran. Aus diesem Grund ist heutzutage die Verwendung einer kleinen Mehrsystem-Antenne mit einer Mehrband- und/oder Breitbandfunktionsfähigkeit, die eine Abdeckung der größten Anzahl von Diensten bietet, von großem Interesse, da diese es Telekommunikationsanbietern ermöglicht, ihre Kosten zu senken und die Umweltbelastungen zu minimieren.

**[0005]** Die meisten der vorgestellten Mehrband-Antennenlösungen verwenden einen oder mehrere Strahler oder Abzweige für jedes Band oder jeden Dienst. Ein Beispiel ist in dem US-Patent Nr. 09/129176 mit dem Titel „Multiple band, multiple branch antenna for mobile phone“ [„Mehrband-, Mehrzweigantenne für Mobiltelefon“] zu finden.

**[0006]** Eine der Alternativen, die von besonderem Interesse sein können, wenn nach Antennen mit einer Mehrbandfunktionsfähigkeit und/oder kleiner Größe gesucht wird, besteht in Mehrebenen-Antennen, Patentveröffentlichung WO01/22528 mit dem Titel „Multilevel Antennas“ [„Mehrebenen-Antennen“], und in raumfüllenden Miniaturantennen, Patentveröffentlichung WO01/54225 mit dem Titel „Space-filling miniature antennas“ [„Raumfüllende Miniaturantennen“]. Im Besonderen in der Veröffentlichung WO01/22528 ist eine Mehrebenen-Antenne durch

eine Geometrie gekennzeichnet, die Polygone oder Polyheder derselben Klasse (gleiche Anzahl von Seiten oder Flächen) umfasst, die elektromagnetisch gekoppelt und zu einer größeren Struktur gruppiert sind. In einer Mehrebenen-Geometrie sind die meisten dieser Elemente klar sichtbar, da deren Kontaktbereich, Schnittpunkt oder Verknüpfung (falls diese existieren) mit anderen Elementen immer weniger als 50% deren Umfangs oder deren Fläche bei wenigstens 75% der Polygone oder Polyheder beträgt.

**[0007]** In der Veröffentlichung WO 01/54225 wurde eine raumfüllende Miniaturantenne als eine Antenne definiert, von der wenigstens ein Teil als eine raumfüllende Kurve (RFK) geformt ist, wobei die besagte RFK als eine Kurve definiert ist, die aus wenigstens zehn verbundenen geraden Segmenten gebildet ist, wobei die besagten Segmente kleiner als ein Zehntel der betriebsbereiten Freiraum-Wellenlänge sind und sie räumlich auf eine solche Art angeordnet sind, dass keines dieser besagten nebeneinander liegenden und verbundenen Segmente ein anderes längeres gerades Segment definiert.

**[0008]** Die internationale Veröffentlichung WO 97/06578 mit dem Titel Fraktale Antennen, Resonatoren und belastende Elemente, beschreibt Elemente in Form eines Fraktals, die dazu verwendet werden können, eine Antenne zu bilden.

**[0009]** Eine Vielzahl von Techniken, die dazu verwendet werden, die Größe der Antennen zu reduzieren, kann im Stand der Technik gefunden werden. 1886 erfolgte das erste Beispiel einer belasteten Antenne; dabei handelte es sich um den von Hertz zur Validierung der Maxwell'schen Gleichungen gebauten belasteten Dipol.

**[0010]** A.G. Kandoian (A.G. Kandoian, „Three new antenna types and their applications“ [„Drei neue Antennentypen und ihre Anwendungen“], Proc. IRE, Band 34, Seiten 70W–75W, Februar 1946) führte das Konzept der belasteten Antennen ein und demonstrierte, wie die Länge einer Monopolantenne mit einer viertel Wellenlänge reduziert werden kann, indem eine leitende Scheibe an die Spitze des Strahlers hinzugefügt wird. Anschließend präsentierte Goubau eine Antennenstruktur, die mit mehreren kapazitiven Scheiben spitzenbelastet war, welche mit induktiven Elementen gekoppelt waren, und eine kleinere Größe mit einer größeren Bandbreite zur Verfügung stellte, wie in dem US-Patent Nr. 3,967,276 mit dem Titel „Antenna structures having reactance at free end“ dargestellt wird.

**[0011]** Unlängst legt das US-Patent Nr. 5,847,682 mit dem Titel „Top loaded triangular printed antenna“ [„Spitzenbelastete, dreieckige, gedruckte Antenne“] eine dreieckig geformte bedruckte Antenne offen, deren Spitze mit einem rechtwinkligen Streifen verbun-

den ist. Die Antenne weist ein niedriges Profil und Breitbandfunktionsfähigkeit auf. Keine dieser Antennen-Konfigurationen stellen jedoch ein Mehrbandverhalten zur Verfügung. In der Patentanmeldung Nr. WO0122528 mit dem Titel „Multilevel Antennas“ [„Mehrebenenantennen“], eine andere Patentanmeldung der vorliegenden Erfinder, gibt es einen besonderen Fall einer spitzenbelasteten Antenne mit einer induktiven Schleife, die dazu verwendet wurde, eine Antenne für einen dualen Frequenzbetrieb zu miniaturisieren. Auch W.Dou und W.Y.M.Chia (W.Dou und W.Y.M.Chia, „Small broadband stacked planar monopole“ [„Kleine breitbandige, gestapelte, planare Monopolantennen“], Microwave and Optical Technology Letters, Band 27, Seiten 288–289, November 2000) präsentierten einen anderen besonderen Vorläufer einer spitzenbelasteten Antenne mit einem Breitbandverhalten. Bei der Antenne handelte es sich um eine rechteckige Monopolantenne, die mit einem rechteckigen Arm spitzenbelastet war, der an jeder der Spitzen der rechteckigen Form verbunden war. Die Breite jedes der rechteckigen Arme liegt im Bereich der Breite des bespeisten Elements, was im Falle der vorliegenden Erfindung nicht der Fall ist.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Bei der Erfindung handelt es sich um eine belastete Antenne nach Anspruch 1. Einige Ausführungsformen werden in den abhängigen Ansprüchen definiert. Der Schlüsselpunkt der vorliegenden Erfindung besteht in der Form des Strahlers der Antenne, die aus zwei Hauptteilen besteht: einer leitenden Fläche und einer belastenden Struktur. Die besagte leitende Fläche hat eine polygonale, raumfüllende oder Mehrebenenform und die belastende Struktur besteht aus einem leitenden Streifen oder einem Satz Streifen, die mit der besagten leitenden Fläche verbunden sind. Nach der vorliegenden Erfindung muss mindestens ein belastender Streifen mit mindestens einem Punkt auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche direkt verbunden sein. Weiterhin sind kreisförmige oder elliptische Formen in den Satz von möglichen geometrischen Formen der besagten leitenden Flächen eingeschlossen, da diese als polygonale Strukturen mit einer großen Anzahl von Seiten angesehen werden können. Die Merkmale der belastenden Struktur werden in Anspruch 1 definiert.

**[0013]** Aufgrund des Hinzufügens der belastenden Struktur kann die Antenne eine kleine Ausführung und Mehrbandfunktionsfähigkeit und manchmal eine Mehrband- und Breitbandfunktionsfähigkeit bieten. Darüber hinaus können die Mehrbandeigenschaften der belasteten Antenne (Anzahl der Bänder, Abstand zwischen den Bändern, passende Ebenen, etc.) angepasst werden, indem die Geometrie der Last und/oder der leitenden Fläche verändert wird.

**[0014]** Die neuartige belastete Antenne ermöglicht

es, eine Mehrfrequenzfunktionsfähigkeit zu erlangen, wobei ähnliche funkelektrische Parameter bei verschiedenen Bändern erzielt werden.

**[0015]** Die belastende Struktur kann zum Beispiel aus einem einzelnen leitenden Streifen bestehen. In diesem besonderen Fall muss eines der beiden Enden des besagten belastenden Streifens mit einem Punkt auf dem Umfang der leitenden Fläche verbunden sein (d. h. den Eckpunkten oder Kanten). Die andere Spitze des besagten Streifens wird in einigen Ausführungen frei gelassen, während sie in anderen Ausführungen ebenfalls mit einem Punkt auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche verbunden ist.

**[0016]** Die belastende Struktur kann nicht nur einen einzelnen Streifen, sondern auch eine Vielzahl von belastenden Streifen umfassen, die an unterschiedlichen Positionen ihres Umfangs entlang angeordnet sind.

**[0017]** Die Geometrie der Last, die nach der vorliegenden Erfindung mit der leitenden Fläche verbunden werden kann, ist:

Eine raumfüllende Kurve, Patent Nr. PCT/ES00/00411 mit dem Titel „Space-filling miniature antennas“ [„Raumfüllende Miniaturantennen“].

**[0018]** Die Form von wenigstens einem belastenden Streifen ist eine raumfüllende Kurve, wobei die besagte Kurve eine Kurve ist, die aus mindestens zehn Segmenten gebildet ist, die derart verbunden sind, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen benachbarten Segmenten bildet, das heißt, dass kein Paar benachbarter Segmente ein längeres, gerades Segment definiert, und wobei, wenn die Kurve entlang einer festen geraden Richtung im Raum periodisch verläuft, die Periode durch eine nicht periodische Kurve definiert ist, die aus mindestens zehn verbundenen Segmenten gebildet ist, wobei kein Paar aus den besagten benachbarten und verbundenen Segmenten ein gerades, längeres Segment definiert, und wobei die besagte Kurve sich nicht selbst überschneidet oder sich selbst nur an ihrem Anfangspunkt und Endpunkt überschneidet. Bei den besagten Segmenten kann es sich um gerade Segmente handeln.

**[0019]** In einigen Ausführungen ist die oben beschriebene belastende Struktur mit der leitenden Fläche verbunden, während in anderen Ausführungen die Spitzen einer Vielzahl von belastenden Streifen mit anderen Streifen verbunden sind. In denjenigen Ausführungen, in denen ein neuer belastender Streifen zu dem vorherigen hinzugefügt wird, kann die besagte hinzugefügte Last entweder eine Spitze ohne Verbindung, oder besagte Spitze verbunden mit dem vorherigen belastenden Streifen, oder beide Spitzen verbunden mit dem vorherigen Streifen, oder eine

Spitze verbunden mit dem vorherigen Streifen und die andere Spitze verbunden mit der leitenden Fläche aufweisen.

**[0020]** Es gibt drei Arten von Geometrien, die nach der vorliegenden Erfindung für die leitende Fläche verwendet werden können:

- a) Ein Polygon (das heißt ein Dreieck, Quadrat, Trapezoid, Pentagon, Hexagon, etc. oder sogar ein Kreis oder eine Ellipse als ein besonderer Fall eines Polygons mit einer sehr großen Anzahl von Kanten).
- b) Eine Mehrebenenstruktur, Patent Nr. WO0122528 mit dem Titel „Multilevel Antennas“ [„Mehrebenenantennen“].
- c) Eine feste Fläche mit einem raumfüllenden Umfang.

**[0021]** In einigen Ausführungen wird sogar ein zentraler Teil der besagten leitenden Fläche entfernt, um die Größe der Antenne noch weiter zu reduzieren. Fachleuten wird es ebenfalls klar sein, dass die Mehrebenen- oder raumfüllenden Ausführungen bei den Konfigurationen b) und c) verwendet werden können, um sich zum Beispiel idealen fraktalen Formen anzunähern.

**[0022]** Der Hauptvorteil dieser neuartigen belasteten Antenne ist zweifach:

- Die Antenne weist eine Mehrband- oder Breitbandfunktionsfähigkeit oder eine Kombination beider auf.
- Angesichts der physischen Größe des Strahlers kann die besagte Antenne bei einer niedrigeren Frequenz als die meisten Antennen nach dem Stand der Technik betrieben werden.

**[0023]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen einige nicht beanspruchte Beispiele des Strahlers für eine belastete Antenne. In den Zeichnungen **1** bis **3** handelt es sich bei der leitenden Fläche um ein Trapezoid, während die besagte Fläche in den Zeichnungen **4** bis **7** ein Dreieck ist. Es kann festgestellt werden, dass die leitende Fläche in diesen Fällen belastet ist, indem verschiedene Streifen mit unterschiedlichen Längen, Ausrichtungen und Positionen um den Umfang des Trapezoids herum verwendet werden, [Fig. 1](#). Außerdem kann die Last in diesen Beispielen entweder eines oder beide ihrer Enden mit der leitenden Fläche verbunden haben, [Fig. 2](#).

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0024]** Teile der Beschreibung und Zeichnungen beschreiben und veranschaulichen Antennen, die nicht mit der Erfindung wie beansprucht übereinstimmen, die jedoch zu dem Zweck dargestellt und beschrieben wurden, der Öffentlichkeit mehr Informationen zur Verfügung zu stellen.

**[0025]** [Fig. 1](#) zeigt eine trapezoidförmige nicht beanspruchte Antenne, die auf drei verschiedene Arten unter Verwendung derselben Struktur belastet ist; im Besonderen einen geraden Streifen. Im Falle **1** eines geraden Streifens wird die belastende Struktur (**1a**) und (**1b**) an jeder der Spitzen des Trapezoids der leitenden Fläche (**1c**) hinzugefügt. Fall **2** ist derselbe wie Fall **1**, jedoch werden Streifen verwendet, die eine kleinere Länge haben und an einer unterschiedlichen Position am Umfang der leitenden Fläche angeordnet sind. Fall **3** ist ein eher allgemeiner Fall, bei dem mehrere Streifen an zwei unterschiedlichen Positionen auf der leitenden Fläche hinzugefügt sind. Zeichnung **4** zeigt ein Beispiel einer nicht symmetrischen, belasteten Struktur, und Zeichnung **5** zeigt ein Element, bei dem nur ein abgeschrägter Streifen an dem oberen Ende der leitenden Fläche hinzugefügt wurde. Schließlich stellen die Fälle **6** und **7** Beispiele von Geometrien dar, die mit einem Streifen mit einer dreieckförmigen und rechtwinkligen Form und mit unterschiedlichen Ausrichtungen belastet sind. In diesen Fällen ist nur eines der Enden der Lasten mit der leitenden Fläche verbunden.

**[0026]** [Fig. 2](#) zeigt eine unterschiedliche, nicht beanspruchte besondere Konfiguration, bei der es sich bei den Lasten um Kurven handelt, die derartig aus maximal neun Segmenten gebildet werden, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen benachbarten Segmenten bildet, wie oben bereits erwähnt wurde. Darüber hinaus sind in den Zeichnungen **8** bis **12** beide der Enden der Lasten mit der leitenden Fläche verbunden. Zeichnungen **8** und **9** stellen zwei Beispiele dar, bei denen die leitende Fläche seitenbelastet ist. Fälle **13** und **14** stellen zwei Fälle dar, bei denen ein Rechteck mit einer wie oben beschrieben geformten offenen Kurve spitzbelastet ist, wobei die Verbindung durch eine der Spitzen des Rechtecks erfolgt. Die maximale Breite der belastenden Streifen ist kleiner als ein Viertel der längsten Kante der leitenden Fläche.

**[0027]** [Fig. 3](#) zeigt eine quadratische Struktur, die wie beansprucht mit drei unterschiedlichen raumfüllenden Kurven spitzbelastet ist. Bei der zur Belastung der quadratischen Geometrie verwendeten Kurve, Fall **16**, handelt es sich um die wohlbekannte Hilbert-Kurve.

**[0028]** [Fig. 4](#) zeigt drei Beispiele einer nicht beanspruchten spitzbelasteten Antenne, bei der die Last aus zwei unterschiedlichen Lasten besteht, die zu der leitenden Fläche hinzugefügt sind. In Zeichnung **19** ist eine erste, mit drei Segmenten gebildete Last zu dem Trapezoid hinzugefügt, und dann ist eine zweite Last zur ersten hinzugefügt.

**[0029]** [Fig. 5](#) umfasst einige Beispiele einer belasteten Antenne, bei der nur das Exemplar **23** wie beansprucht ist, bei der sogar ein zentraler Teil der lei-

tenden Fläche entfernt ist, um die Größe der Antenne noch weiter zu reduzieren.

**[0030]** [Fig. 6](#) zeigt die gleiche, in [Fig. 1](#) beschriebene nicht beanspruchte belastete Antenne; in diesem Fall wird jedoch als leitende Fläche eine Mehrebenenstruktur verwendet.

**[0031]** [Fig. 7](#) zeigt ein anderes Beispiel der nicht beanspruchten belasteten Antenne, ähnlich der in [Fig. 2](#) beschriebenen. In diesem Fall besteht die leitende Fläche aus einer Mehrebenenstruktur. Zeichnungen **31**, **32**, **34** und **35** verwenden unterschiedliche Formen für die Last, in allen Fällen sind jedoch beide Enden der Last mit der leitenden Fläche verbunden. Fall **33** ist ein Beispiel einer offenen Last, die zu einer leitenden Mehrebenenfläche hinzugefügt wurde.

**[0032]** [Fig. 8](#) stellt einige Beispiele der belasteten Antenne dar, ähnlich den in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellten, die jedoch eine Mehrebenenstruktur als leitende Fläche verwenden. Die Darstellungen **36**, **37** und **38** beinhalten eine raumfüllende spitzenbelastende Kurve wie beansprucht, während die restlichen Zeichnungen drei Beispiele der nicht beanspruchten spitzenbelasteten Antenne mit mehreren Ebenen der Last zeigen. Zeichnung **40** stellt ein Beispiel dar, bei dem drei Lasten zu der Mehrebenenstruktur hinzugefügt wurden. Genauer gesagt wird die leitende Fläche zuerst mit der Kurve (**40a**) belastet, danach mit den Kurven (**40b**) und (**40c**). Bei der Kurve (**40a**) sind beide Enden mit der leitenden Fläche verbunden, bei der Kurve (**40b**) sind beide Enden mit der vorherigen Last (**40a**) verbunden, und bei der mit zwei Segmenten gebildeten Last (**40c**) ist ein Ende mit der Last (**40a**) und das andere mit der Last (**40b**) verbunden.

**[0033]** [Fig. 9](#) zeigt drei Fälle, bei denen die gleiche Mehrebenenstruktur, bei der die zentralen Teile der leitenden Fläche entfernt wurden, mit drei unterschiedlichen Arten von Lasten belastet ist; dabei handelt es sich um eine raumfüllende Kurve, eine Kurve mit mindestens zwei und maximal neun Segmenten, die auf die oben erwähnte Art verbunden sind, sowie letztendlich um eine Last mit zwei ähnlichen Ebenen. Nur das Exemplar **42** ist eine Antenne wie beansprucht.

**[0034]** [Fig. 10](#) zeigt zwei Konfigurationen der nicht beanspruchten belasteten Antenne, die drei leitende Flächen umfassen, wobei eine von ihnen größer als die anderen ist. Die Zeichnung **45** zeigt eine dreieckige leitende Fläche (**45a**), die über einen leitenden Streifen (**45d**) und (**45e**) mit zwei kleineren runden leitenden Flächen (**45b**) und (**45c**) verbunden ist. Die Zeichnung **46** ist eine ähnliche Konfiguration wie Zeichnung **45**, wobei es sich jedoch bei der größeren leitenden Fläche um eine Mehrebenenstruktur handelt.

**[0035]** [Fig. 11](#) zeigt andere besondere Fälle der nicht beanspruchten belasteten Antenne. Diese bestehen aus einer Monopolantenne, die eine leitende oder superleitende Masseebene (**48**) mit einer Öffnung zur Aufnahme eines Koaxialkabels (**47**) umfasst, dessen äußerer Leiter mit der besagten Masseebene und dessen innerer Leiter mit der belasteten Antenne verbunden ist. Der belastete Strahler kann wahlweise über einen tragenden Nichtleiter (**49**) platziert werden.

**[0036]** [Fig. 12](#) zeigt einen nicht beanspruchten spitzenbelasteten polygonalen Strahler (**50**), der mit der gleichen Konfiguration wie die Antenne in [Fig. 11](#) montiert ist. Der ausstrahlende Strahler kann wahlweise über einen tragenden Nichtleiter (**49**) platziert sein. Die untere Zeichnung zeigt eine Konfiguration, bei der der Strahler auf einer der Seiten eines dielektrischen Substrats (**49**) aufgedruckt ist und bei der die Last auch eine leitende Fläche auf der anderen Seite des Substrats (**51**) hat.

**[0037]** [Fig. 13](#) zeigt eine besondere nicht beanspruchte Konfiguration der belasteten Antenne. Sie besteht aus einem Dipol, bei dem jeder der beiden Arme zwei gerade Streifenlasten aufweist. Die Linien an dem Knoten der kleinen Dreiecke (**50**) zeigen die Eingangsanschlüsse. Die beiden Zeichnungen stellen unterschiedliche Konfigurationen des gleichen Grunddipols dar; in der unteren Zeichnung wird der Strahler von einem dielektrischen Substrat (**49**) getragen.

**[0038]** [Fig. 14](#) zeigt in der oberen Zeichnung ein Beispiel der gleichen nicht beanspruchten, mit zwei Streifen seitenbelasteten Dipolantenne, die jedoch als eine Öffnungen aufweisende Antenne gespeist wird. Die untere Zeichnung bezieht sich auf die gleiche belastete Struktur, bei der der Leiter den Umfang der belasteten Geometrie definiert.

**[0039]** [Fig. 15](#) zeigt eine nicht beanspruchte Patch-Antenne, bei der es sich bei dem Strahler um eine mit zwei Streifenarmen spitzenbelastete Mehrebenenstruktur handelt, obere Zeichnung. Die Figur zeigt außerdem eine Antenne mit Öffnungen, bei der die Öffnung (**59**) auf einer leitenden oder superleitenden Struktur (**63**) ausgeführt ist, wobei die besagte Öffnung als eine belastete Mehrebenenstruktur geformt ist.

**[0040]** [Fig. 16](#) zeigt eine nicht beanspruchte frequenzselektive Fläche, bei der die Elemente, die die Fläche bilden, als eine belastete Mehrebenenstruktur geformt sind.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG EINIGER NICHT BEANSPRUCHTER BEISPIELE

**[0041]** Bei einem nicht beanspruchten Beispiel der

belasteten Antenne handelt es sich um eine Monopolkonfiguration, wie in [Fig. 11](#) dargestellt. Die Antenne umfasst eine leitende oder superleitende Gegenkraft oder Masseebene ([48](#)). Ein tragbares Telefongehäuse oder sogar ein Teil der Metallstruktur eines PKW oder Zuges kann als solch eine Massegegenkraft fungieren. Der Masse- und der Monopolararm (in diesem Fall wird der Arm mit der belasteten Struktur ([26](#)) dargestellt, jede der erwähnten belasteten Antennenstrukturen könnte jedoch auch stattdessen verwendet werden) werden, wie bei Monopolantennen nach dem Stand der Technik üblich, mittels zum Beispiel einer Übertragungsleitung ([47](#)) angeregt. Die besagte Übertragungsleitung wird aus zwei Leitern gebildet, wobei einer der Leiter mit der Massegegenkraft verbunden ist, während der andere mit einem Punkt der leitenden oder superleitenden belasteten Struktur verbunden ist. In [Fig. 11](#) wurde ein Koaxialkabel ([47](#)) als besonderer Fall einer Übertragungsleitung verwendet, es ist jedoch Fachleuten klar, dass andere Übertragungsleitungen (wie zum Beispiel ein Mikrostreifenarm) dazu verwendet werden könnten, die Monopolantenne anzuregen. Optional und entsprechend dem soeben beschriebenen Schema kann die belastete Monopolantenne auf ein dielektrisches Substrat ([49](#)) gedruckt werden.

**[0042]** Ein anderes nicht beanspruchtes Beispiel der belasteten Antenne ist eine Monopolkonfiguration wie in [Fig. 12](#) dargestellt. Die Anordnung der Antenne (Einspeiseschema, Masseebene, etc.) ist die gleiche wie die der Ausführung, die in [Fig. 11](#) beschrieben wird. In der vorliegenden Figur liegt ein weiteres Beispiel einer belasteten Antenne vor. Genauer ausgedrückt besteht diese aus einem trapezoidförmigen Element, das mit einer der erwähnten Kurven spitzenbelastet ist. In diesem Fall besteht einer der Hauptunterschiede darin, dass, da die Antenne auf einem dielektrischen Substrat aufgekantet ist, diese ebenfalls eine leitende Fläche auf der anderen Seite des Nichtleiters ([51](#)) mit der Form der Last einschließt. Diese Konfiguration erlaubt es, die Antenne zu miniaturisieren und zudem die Mehrbandparameter der Antenne anzupassen, wie zum Beispiel den Abstand zwischen den Bändern.

**[0043]** Die [Fig. 13](#) beschreibt ein nicht beanspruchtes Beispiel. Ein zweiarmiger Antennendipol wird gebildet, der zwei leitende oder superleitende Teile umfasst, wobei es sich bei jedem Teil um eine seitenbelastete Mehrebenenstruktur handelt. Aus Gründen der Klarheit, aber ohne Verlust der Allgemeingültigkeit, wurde hier ein besonderer Fall der belasteten Antenne ([26](#)) gewählt; es ist offensichtlich, dass andere Strukturen, wie zum Beispiel die in den [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) beschriebenen, stattdessen verwendet werden könnten. Sowohl die leitenden Flächen als auch die belastenden Strukturen liegen auf der gleichen Fläche. Die beiden nächsten Spitzen der beiden Arme bilden die Eingangsan-

schlüsse ([50](#)) des Dipols. Die Anschlüsse ([50](#)) wurden als leitende oder superleitende Drähte gezeichnet; wie es Fachleuten jedoch klar sein wird, könnten derartige Anschlüsse nach jedem beliebigen anderen Muster gebildet werden, solange diese hinsichtlich der Betriebswellenlänge klein gehalten werden. Fachleuten wird auffallen, dass die Arme der Dipole auf unterschiedliche Art gedreht und gefaltet werden können, um die Eingangsimpedanz oder die Strahlungseigenschaften der Antenne, wie zum Beispiel die Polarisierung, genau zu ändern.

**[0044]** Ein anderes nicht beanspruchtes Beispiel eines belasteten Dipols ist ebenfalls in [Fig. 13](#) dargestellt, bei dem die leitenden oder superleitenden belasteten Arme auf einem dielektrischen Substrat ([49](#)) aufgedruckt sind; diese Methode ist besonders zweckmäßig hinsichtlich der Kosten und der mechanischen Robustheit, wenn die Form der angewandten Last eine lange Länge in einen kleinen Bereich packt und wenn die leitende Fläche eine hohe Anzahl von Polygonen enthält, wie es bei Mehrebenenstrukturen passiert. Jede der wohlbekannten Techniken zur Herstellung von gedruckten Schaltkreisen kann verwendet werden, um die belastete Struktur auf dem dielektrischen Substrat nachzubilden. Bei besagtem dielektrischen Substrat kann es sich zum Beispiel um eine Glasfaserplatte, ein auf Teflon basierendes Substrat (wie zum Beispiel Cuclad<sup>®</sup>) oder andere standardmäßige Funkfrequenz- und Mikrowellensubstrate (wie zum Beispiel Rogers 4003<sup>®</sup> oder Kapton<sup>®</sup>) handeln. Das dielektrische Substrat kann ein Teil eines Fensterglases sein, falls die Antenne in ein motorisiertes Fahrzeug wie einem PKW, einem Zug oder einem Flugzeug eingebaut werden soll, um Radio, TV, Mobiltelefon (GSM900, GSM1800, UMTS) oder andere elektromagnetische Wellen von Kommunikationsdiensten zu übertragen oder zu empfangen. Ein Balun-Netzwerk kann natürlich an den Eingangsanschlüssen des Dipols verbunden oder integriert werden, um die Stromverteilung zwischen den beiden Dipolarmen auszugleichen.

**[0045]** Das nicht beanspruchte Beispiel ([26](#)) in [Fig. 14](#) besteht aus einer Öffnungs-Konfiguration einer belasteten Antenne, die eine Mehrebenengeometrie als leitende Fläche verwendet. Bei den Einspeisetechniken kann es sich um eine der Techniken handeln, die normalerweise bei herkömmlichen Antennen mit Öffnungen verwendet werden. In der beschriebenen Figur wird der innere Leiter des Koaxialkabels ([53](#)) direkt mit dem unteren dreieckigen Element und der äußere Leiter mit der restlichen leitenden Fläche verbunden. Andere Einspeisungskonfigurationen sind möglich, wie zum Beispiel eine kapazitive Kopplung.

**[0046]** Bei einem anderen nicht beanspruchten Beispiel der belasteten Antenne handelt es sich um eine schlitzebelastete Monopolantenne, wie in der unteren



Zeichnung in [Fig. 14](#) dargestellt ist. In dieser Figur bildet die belastete Struktur einen Schlitz oder einen Spalt (**54**), der über eine leitende oder superleitende Folie (**52**) geprägt wird. Eine solche Folie kann zum Beispiel eine Folie über einem dielektrischen Substrat in einer Platinen-Konfiguration sein, ein durchsichtiger leitender Film wie diejenigen, die über ein Glasfenster aufgelegt werden, um das Innere eines PKW vor den aufheizenden Infrarotstrahlen zu schützen, oder diese kann sogar Teil der metallischen Struktur eines tragbaren Telefons, eines PKWS, Zugs, Boots oder Flugzeugs sein. Bei dem Einspeiseschema kann es sich um jedes der wohlbekannten Schemata herkömmlicher Schlitz-Antennen handeln, und dieses stellt keinen wesentlichen Teil der vorliegenden Erfindung dar. In beiden besagten zwei Darstellungen in [Fig. 14](#) wurde ein Koaxialkabel zur Speisung der Antenne verwendet, wobei einer der Leiter mit der einen Seite der leitenden Folie und der andere mit der anderen Seite der Folie über den Schlitz verbunden ist. Eine Mikrostreifen-Übertragungsleitung könnte zum Beispiel anstelle eines Koaxialkabels verwendet werden.

**[0047]** Ein anderes nicht beanspruchtes Beispiel wird in [Fig. 15](#) beschrieben. Es besteht aus einer Patch-Antenne, bei der die leitende oder superleitende Patch (**58**) die belastete Struktur aufweist (der besondere Fall der belasteten Struktur (**59**) wurde hier verwendet, es ist jedoch klar, dass stattdessen jede andere der erwähnten Strukturen verwendet werden könnte). Die Patch-Antenne umfasst eine leitende oder superleitende Masseebene (**61**) oder Massegegenkraft und den leitenden oder superleitenden Patch, der mit erwähnter Masseebene oder Massegegenkraft parallel ist. Der Abstand zwischen dem Patch und der Masse liegt normalerweise unter (beschränkt sich jedoch nicht auf) einer viertel Wellenlänge. Optional kann ein verlustarmes dielektrisches Substrat (**60**) (wie etwa Glasfaser, ein Teflon-Substrat wie Cuclad<sup>®</sup> oder andere kommerzielle Materialien wie Rogers 4003<sup>®</sup>) zwischen besagtem Patch und der Massegegenkraft platziert werden. Das Antennenspeiseschema kann als jedes der wohlbekannten Schemata begriffen werden, die für Patch-Antennen nach dem Stand der Technik verwendet werden, zum Beispiel: ein Koaxialkabel, dessen äußerer Leiter mit der Masseebene und dessen innerer Leiter mit dem Patch an dem gewünschten Eingangswiderstandspunkt verbunden ist (wobei natürlich die typischen Modifikationen auch verwendet werden können, die eine kapazitive Lücke auf dem Patch um den coaxialen Verbindungspunkt herum oder eine kapazitive Platte, die mit dem inneren Leiter des Koaxialkabels mit einem parallelen Abstand zu dem Patch verbunden ist, und so weiter einschließen); eine Mikrostreifen-Übertragungsleitung, welche dieselbe Masseebene wie die Antenne verwendet, wobei der Streifen kapazitiv mit dem Patch gekoppelt und mit einem Abstand unter dem Patch

angeordnet ist, oder in einer anderen Ausführung mit dem Streifen unter der Masseebene platziert und über einen Schlitz mit dem Patch gekoppelt ist, und sogar eine Mikrostreifenleitung mit dem Streifen planparallel zum Patch. All diese Mechanismen sind aus dem Stand der Technik wohlbekannt und stellen keinen wesentlichen Teil der Erfindung dar.

**[0048]** Dieselbe [Fig. 15](#) beschreibt ein anderes nicht beanspruchtes Beispiel der belasteten Antenne. Es besteht aus einer Antenne mit Öffnungen, wobei die besagte Antenne dadurch gekennzeichnet ist, dass deren belastende Struktur einer Mehrebenenstruktur hinzugefügt ist, wobei die besagte Öffnung auf eine leitende Masseebene oder Massegegenkraft gedrückt ist, wobei die besagte Masseebene zum Beispiel aus einer Wand eines Wellenleiters oder Hohlraumresonators oder einem Teil der Struktur eines motorisierten Fahrzeugs (wie einem PKW, einem LKW, einem Flugzeug oder einem Panzer) besteht. Die Öffnung kann mit jeder der herkömmlichen Techniken gespeist werden, wie zum Beispiel einem Koaxialkabel (**61**) oder einer planaren Mikrostreifen- oder Leiterbahn-Übertragungsleitung, um nur einige wenige zu nennen.

**[0049]** Ein anderes nicht beanspruchtes Beispiel wird in [Fig. 16](#) beschrieben. Es besteht aus einer frequenzselektiven Fläche (**63**). Bei frequenzselektiven Flächen handelt es sich im Wesentlichen um elektromagnetische Filter, die bei manchen Frequenzen die Energie vollständig reflektieren, während sie bei anderen Frequenzen vollständig transparent sind. In dieser bevorzugten Ausführung verwenden die selektiven Elemente (**64**), die die Fläche (**63**) bilden, die belastete Struktur (**26**), es kann jedoch auch jede andere der erwähnten belasteten Antennenstrukturen stattdessen verwendet werden. Mindestens eines der selektiven Elemente (**64**) besitzt die gleiche Form der erwähnten belasteten Strahler. Neben diesem Beispiel ist ein anderes Beispiel eine belastete Antenne, bei der die leitende Fläche oder die belastende Struktur oder beide durch einen oder eine Kombination der folgenden mathematischen Algorithmen gebildet sind: iterative Funktionssysteme, Mehrfach-Verkleinerungs-Kopierer, vernetzter Mehrfach-Verkleinerungs-Kopierer.

## Patentansprüche

1. Belastete Antenne, umfassend einen Strahler, der aus mindestens zwei Teilen besteht, wobei ein erster Teil aus mindestens einer leitenden Fläche (**1c**, **45a**) besteht und ein zweiter Teil eine belastende Struktur (**1A**, **1B**, **59**) ist, wobei die belastende Struktur aus mindestens einem leitenden Streifen mit zwei Enden besteht, wobei mindestens einer der besagten Streifen durch mindestens eines seiner Enden mit einem Punkt auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche verbunden ist, und wobei die maximale Breite

des besagten Streifens oder der besagten Streifen kleiner ist als ein Viertel der längsten Kante der besagten leitenden Fläche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Form der besagten belastende Struktur eine raumfüllende Kurve ist, und die besagte Kurve eine Kurve ist, die aus mindestens zehn Segmenten besteht, die derart verbunden sind, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen benachbarten Segmenten bildet, das heißt, dass kein Paar benachbarter Segmente ein längeres, gerades Segment definiert, und wobei, wenn die Kurve entlang einer festen geraden Richtung im Raum periodisch verläuft, die Periode durch eine nicht periodische Kurve definiert ist, die aus mindestens zehn verbundenen Segmenten besteht, wobei kein Paar aus den besagten benachbarten und verbundenen Segmenten ein gerades, längeres Segment definiert, und wobei die besagte Kurve sich nicht selbst überschneidet oder sich selbst nur an ihrem Anfangspunkt und Endpunkt überschneidet.

2. Belastete Antenne nach Anspruch 1, wobei mindestens einer der besagten leitenden Streifen zwei Enden aufweist, die an zwei entsprechenden Punkten auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche angeschlossen sind.

3. Belastete Antenne nach Anspruch 1 oder 2, wobei die leitende Fläche eine polygonale Form aufweist.

4. Belastete Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die besagte leitende Fläche und die belastende Struktur auf derselben flachen oder gekrümmten Fläche liegen.

5. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der besagte mindestens eine Streifen mindestens einen ersten Streifen (**1a**, **45d**) und einen zweiten Streifen (**2a**, **45e**) umfasst, wobei der erste Streifen mindestens an einem Punkt auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche angeschlossen ist und wobei der zweite Streifen mindestens durch eines seiner Enden an dem besagten ersten leitenden Streifen angeschlossen ist.

6. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antenne mindestens eine zweite leitende Fläche (**45b**, **45c**) beinhaltet, die besagte zweite leitende Fläche einen kleineren Bereich als die erste leitende Fläche umfasst, und wobei mindestens ein leitender Streifen an einem Ende an der ersten leitenden Fläche und am anderen Ende an der zweiten leitenden Fläche angeschlossen ist.

7. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Umfang der besagten leitenden Fläche eine aus den folgenden Gruppen ausgewählte Form aufweist: dreieckig, quadratisch, rechteckig, trapezoidförmig, pentagonal, hexago-

nal, heptagonal, achteckig, kreisförmig oder elliptisch.

8. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Teil der besagten leitenden Fläche eine Mehrebenenstruktur ist.

9. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Form von mindestens einem belastenden Streifen eine Kurve ist, die sich aus mindestens zwei und maximal neun Segmenten zusammensetzt, die derart verbunden sind, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen benachbarten Segmenten bildet, das heißt, kein Paar benachbarter Segmente definiert ein größeres, gerades Segment.

10. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die belastende Struktur mindestens einen geraden Streifen umfasst, und der besagte Streifen mit einem Ende an einem Punkt auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche angeschlossen ist.

11. Belastete Antenne nach Anspruch 1, wobei die besagten Segmente gerade Segmente sind.

12. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein belastender Streifen ein gerader Streifen mit einer polygonalen Form ist.

13. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die belastende Struktur mindestens zwei Streifen umfasst, wobei der erste Streifen ein nicht verbundenes Ende besitzt, oder mit dem zweiten Streifen verbunden ist, oder mit beiden Enden mit dem zweiten Streifen verbunden ist, oder mit einem Ende mit dem zweiten Streifen und mit dem anderen Ende mit der leitenden Fläche verbunden ist.

14. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die belastende Struktur aus zwei oder mehr Streifen besteht, die mit mehreren Punkten auf dem Umfang der besagten leitenden Fläche verbunden sind.

15. Belastete Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Antenne eine Microstrip-Patch-Antenne ist, und wobei der strahlende Patch der besagten Antenne den besagten Strahler aufweist.

16. Belastete Antenne nach Anspruch 15, umfassend eine leitende oder superleitende Grundebene, wobei der besagte strahlende Patch parallel zu der besagten Grundebene angeordnet ist.

17. Belastete Antenne nach einem der Ansprü-



che 1 bis 16, wobei die Antenne ein Breitbandverhalten besitzt.

18. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antenne kürzer als ein Viertel der zentralen Betriebswellenlänge ist.

19. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Strahler in mindestens einem der selektiven Elemente auf einer frequenzselektiven Fläche genutzt wird.

20. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geometrie der leitenden Fläche, die Geometrie der belastende Struktur oder die Geometrie von beiden durch einen oder eine Kombination der folgenden mathematischen Algorithmen geformt ist: iterierte Funktionssysteme, Mehrfach-Verkleinerungs-Kopierer, vernetzte Mehrfach-Verkleinerungs-Kopierer.

21. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte belastende Struktur nicht symmetrisch ist.

22. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte Antenne durch die besagte Belastende Struktur eine Mehrbandfunktionsfähigkeit besitzt.

23. Belastete Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte Antenne durch die besagte belastende Struktur eine Breitbandfunktionsfähigkeit besitzt.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

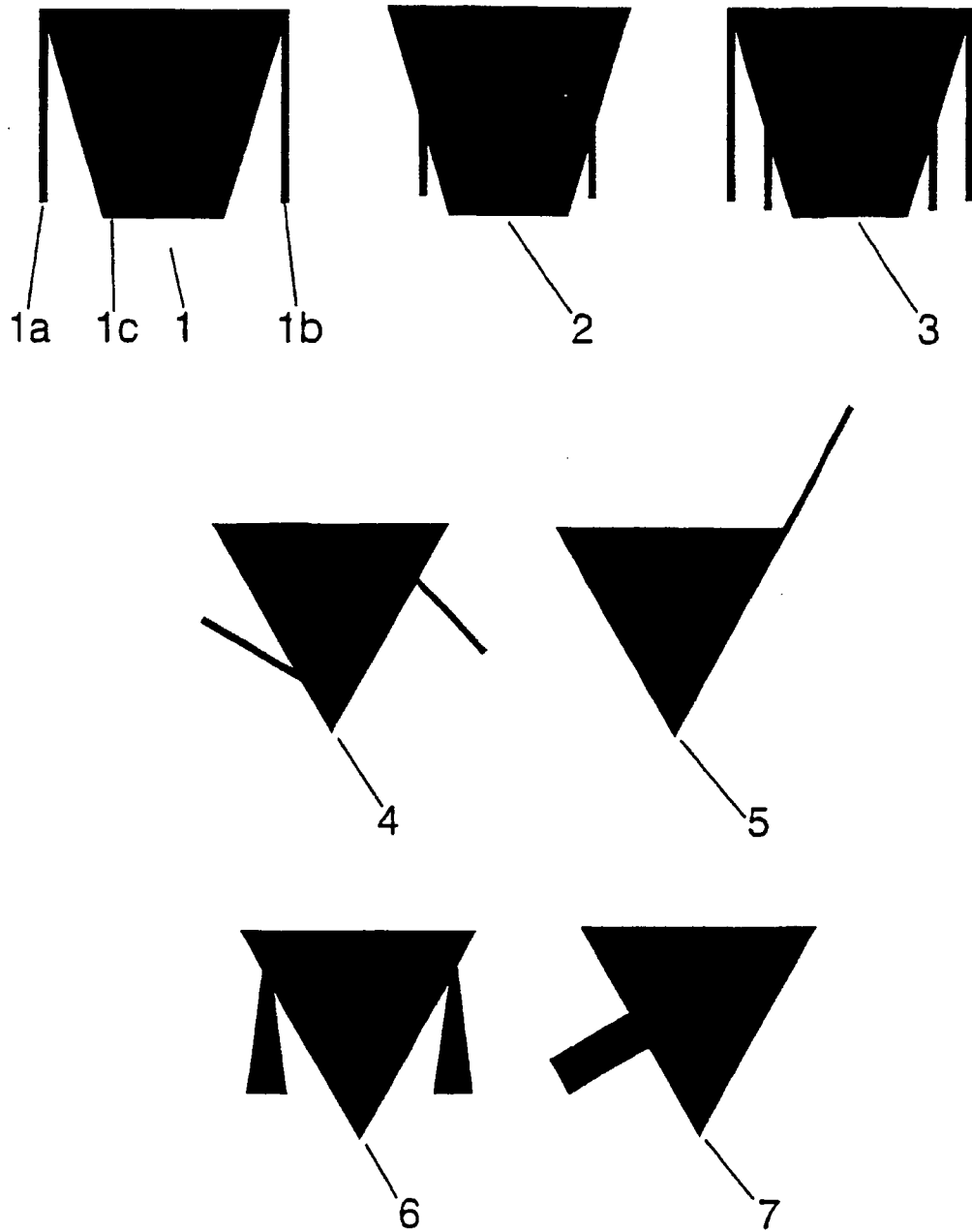


FIG.1

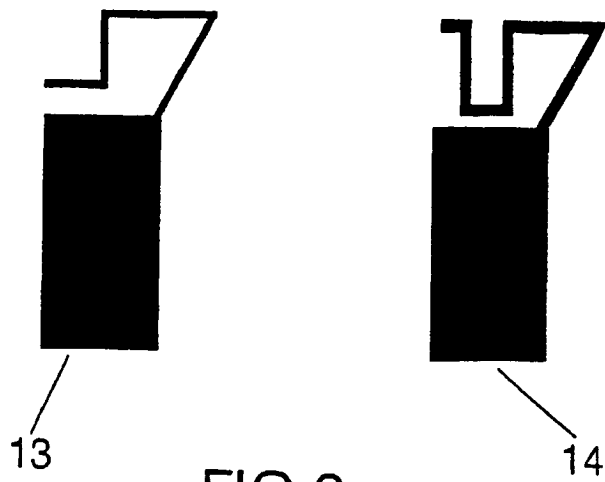
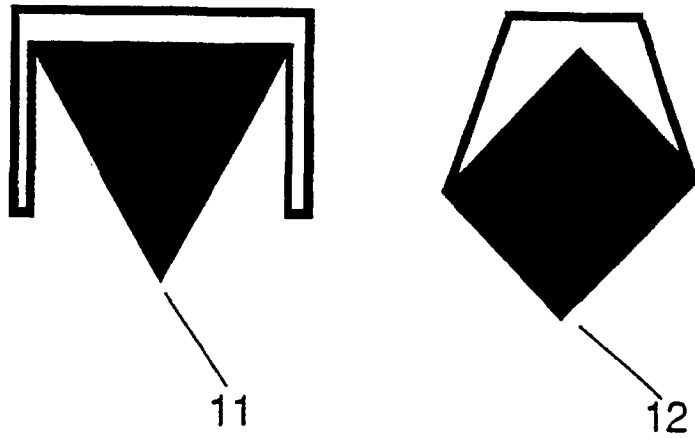
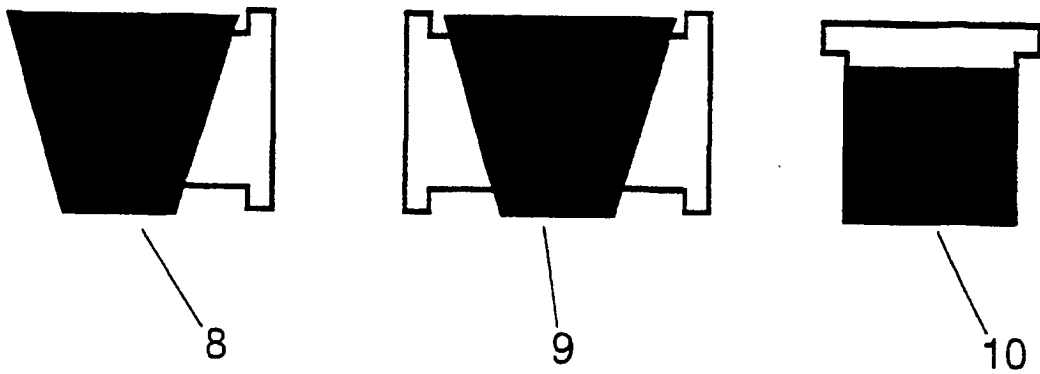


FIG.2

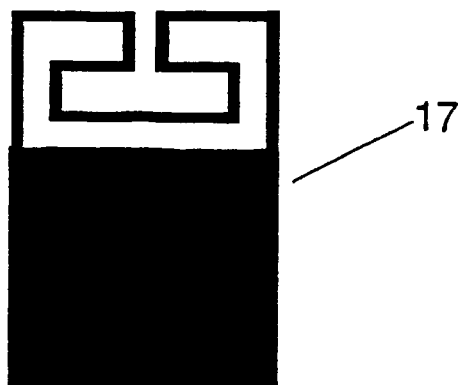
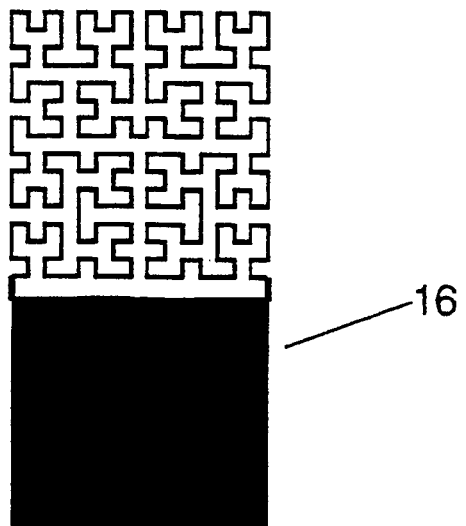
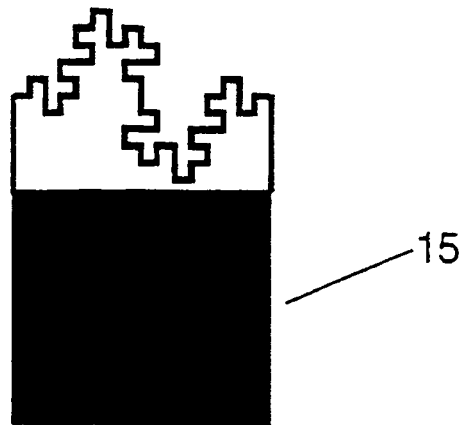


FIG.3

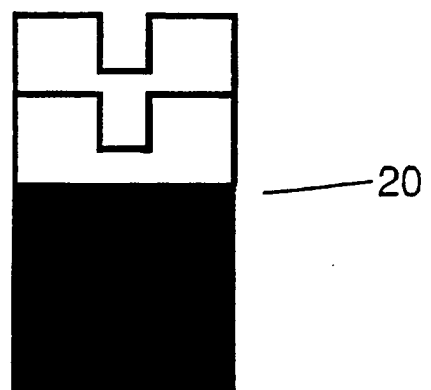
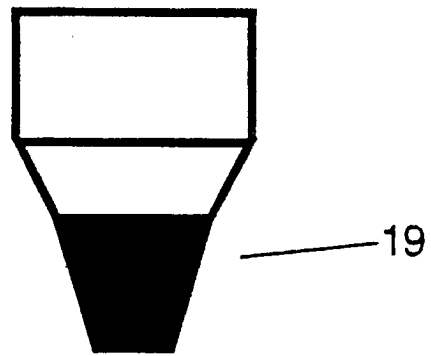
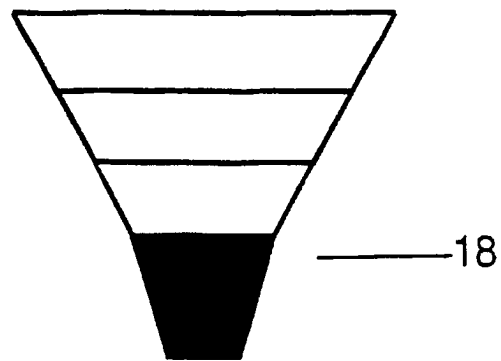
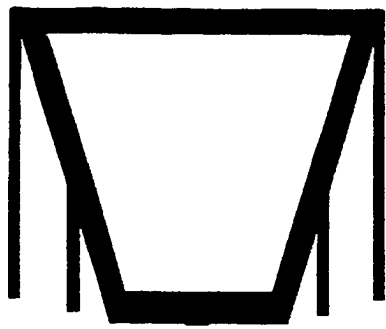
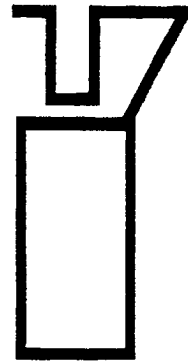


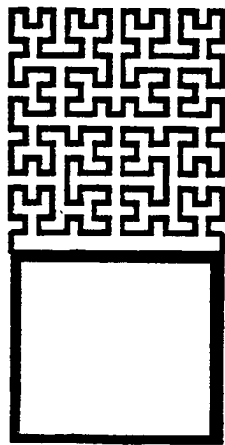
FIG.4



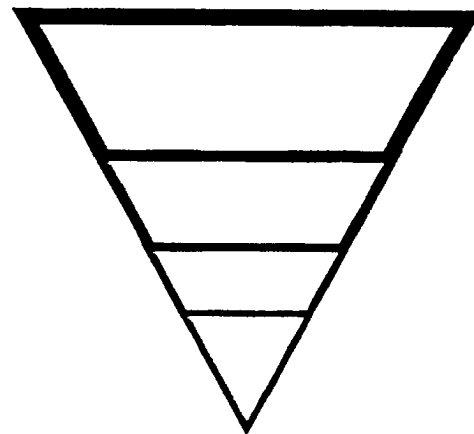
21



22



23



24

FIG.5



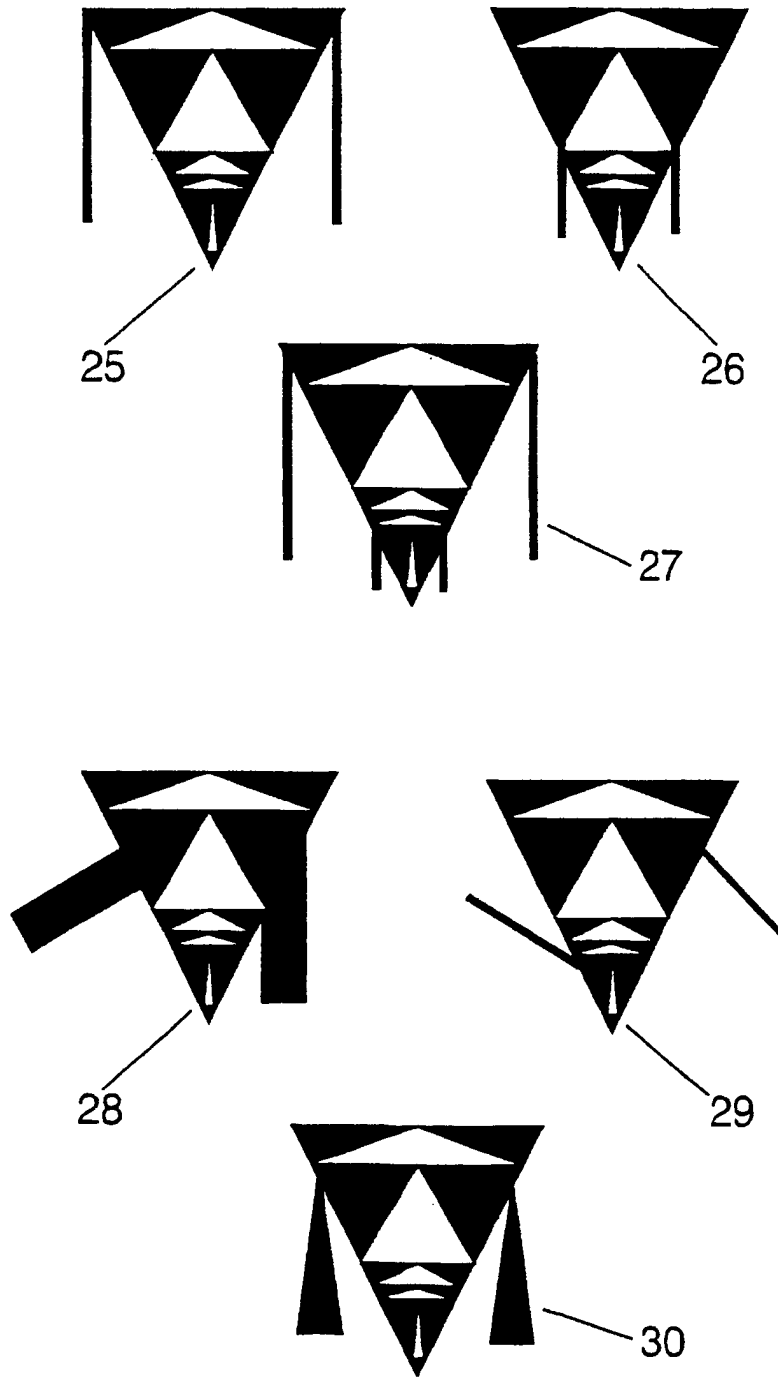


FIG. 6

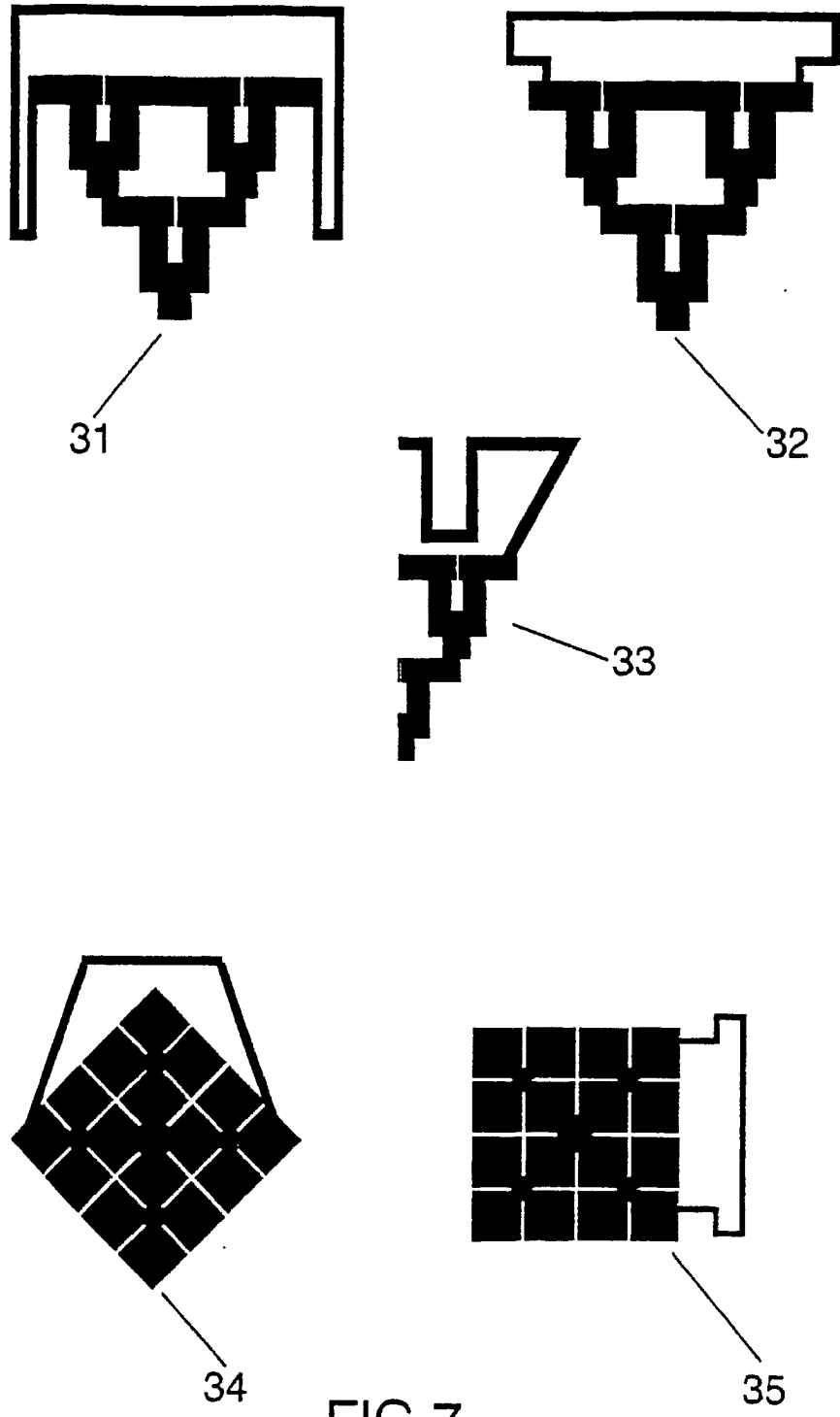


FIG.7

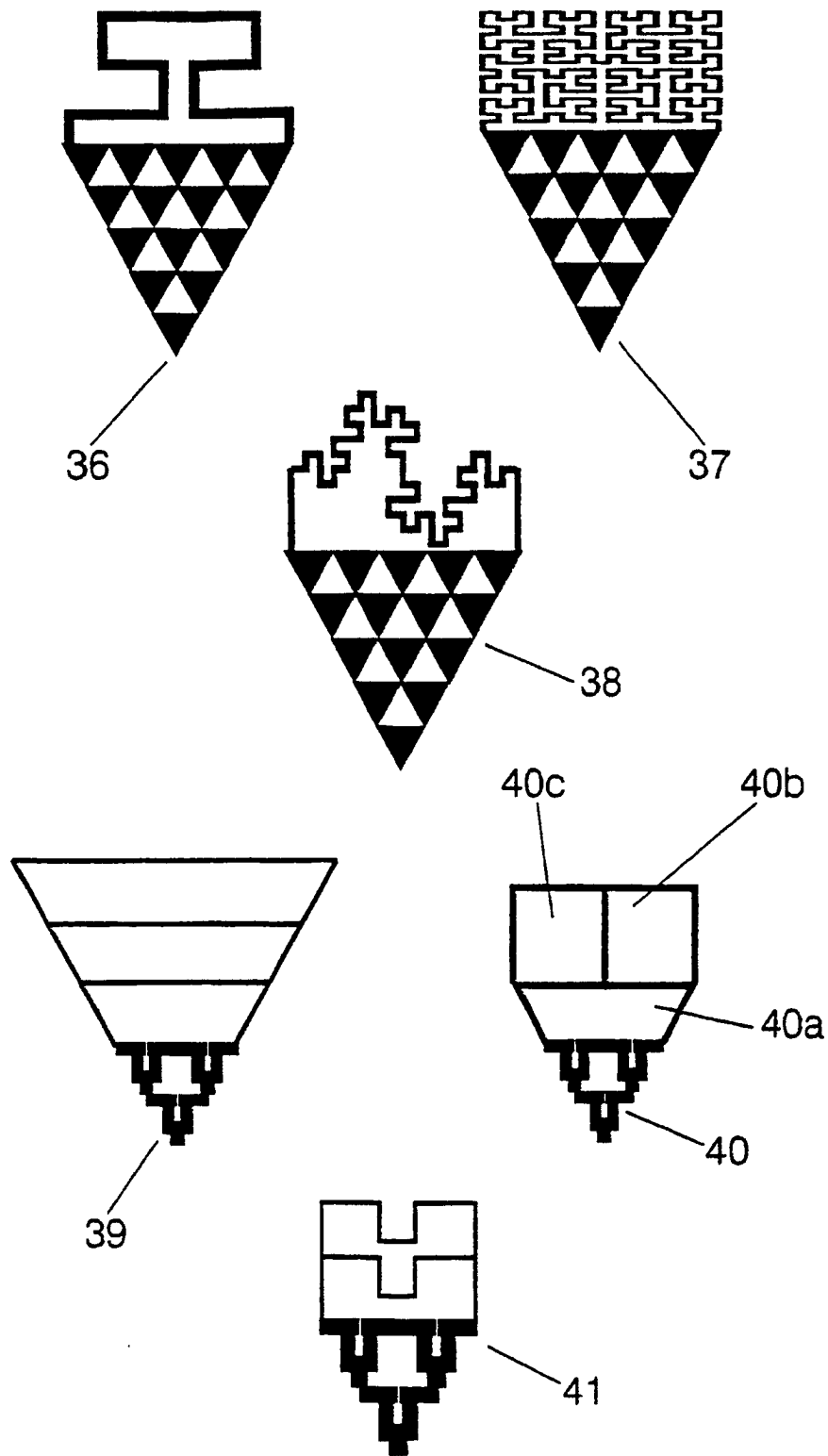


FIG. 8

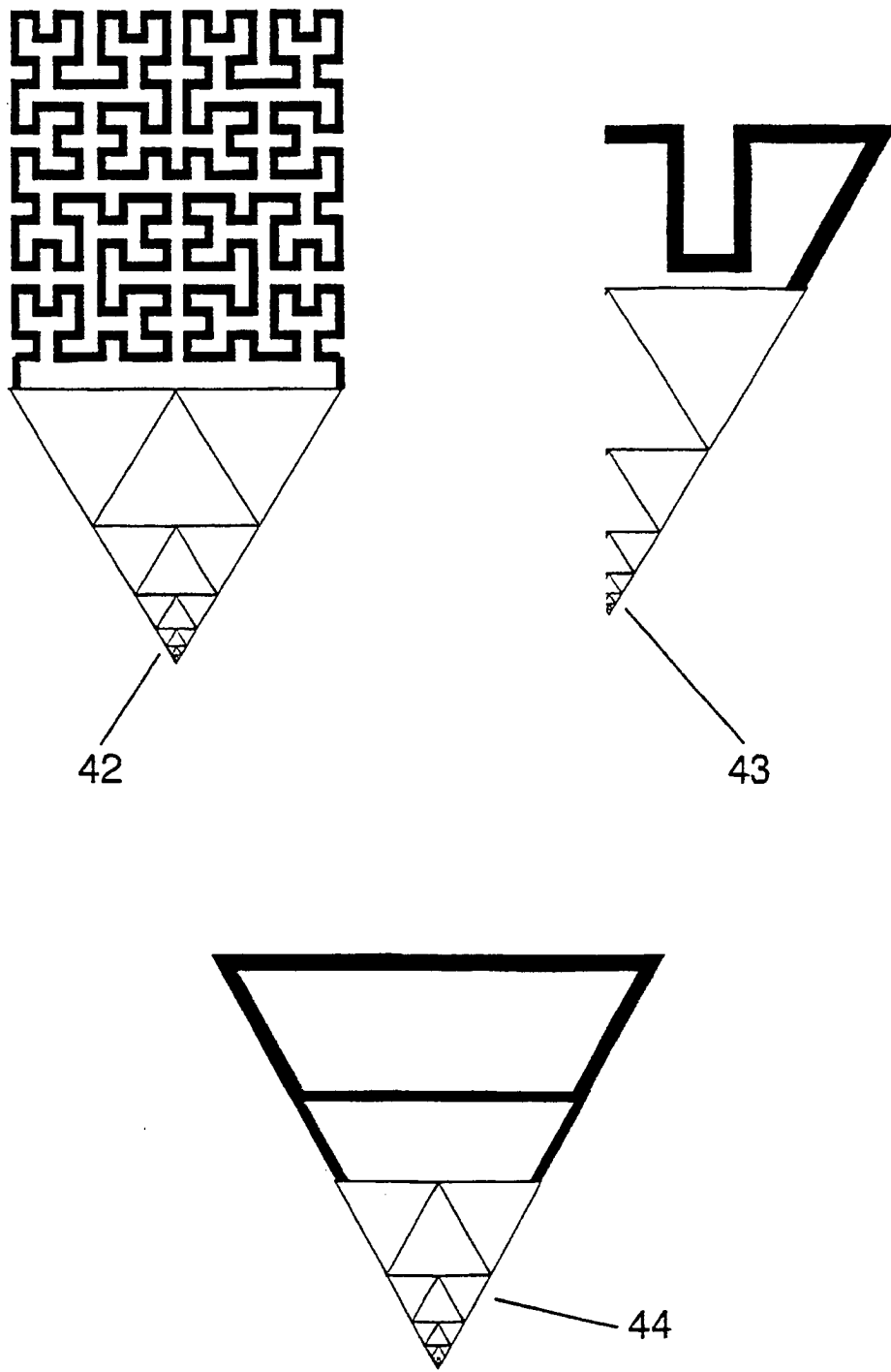


FIG.9

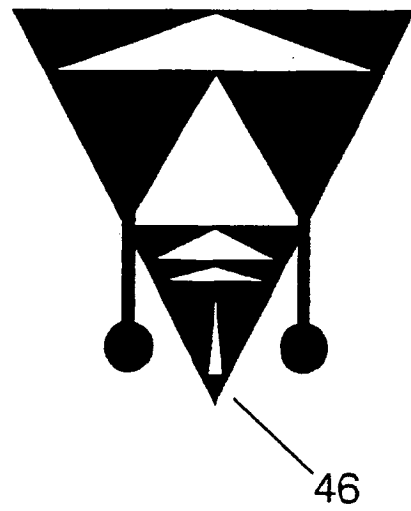
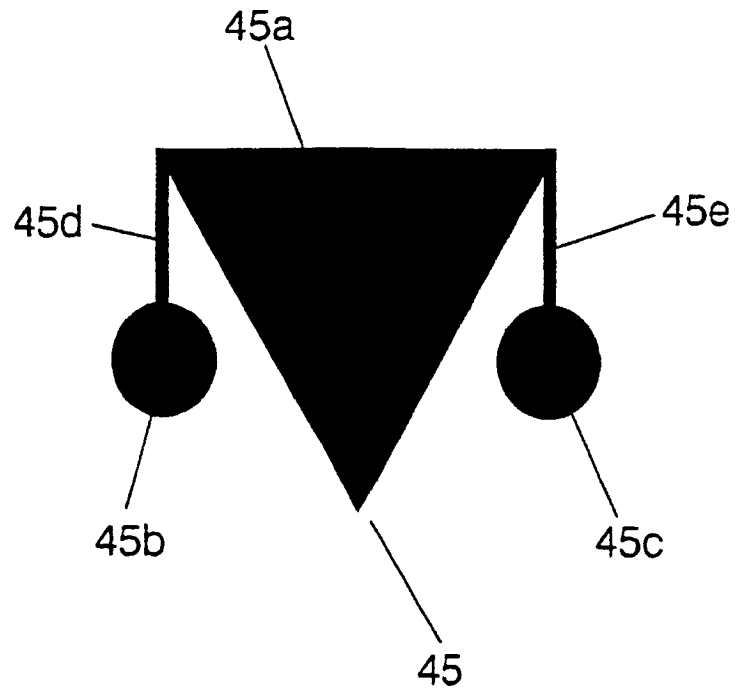


FIG.10

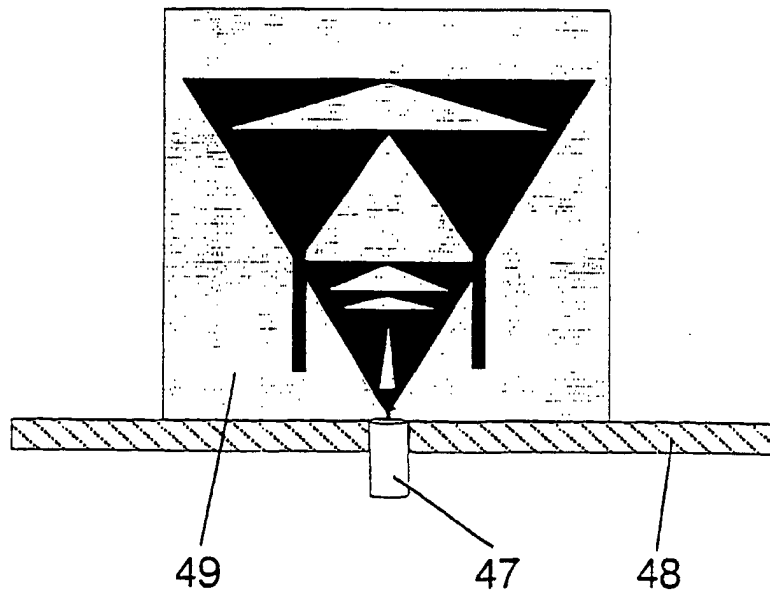
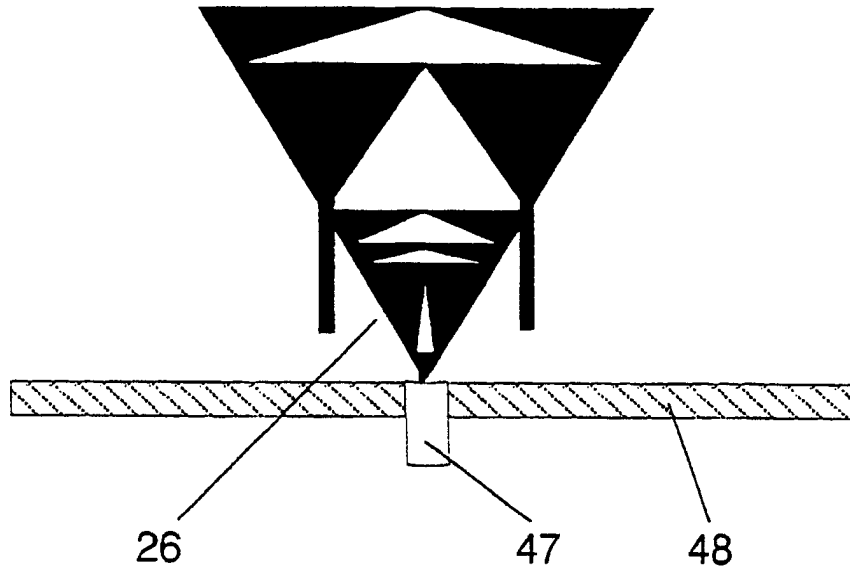


FIG.11



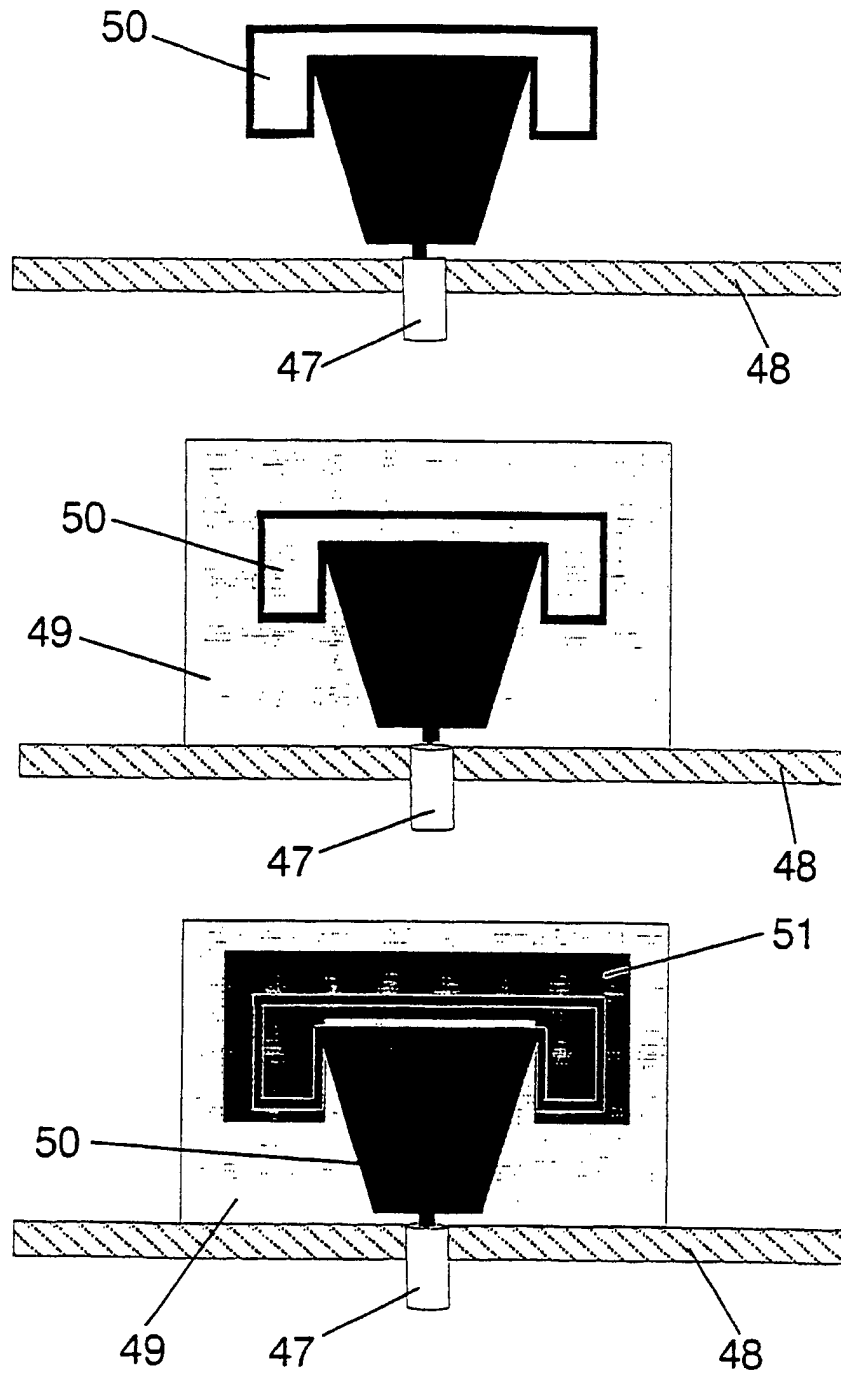


FIG.12

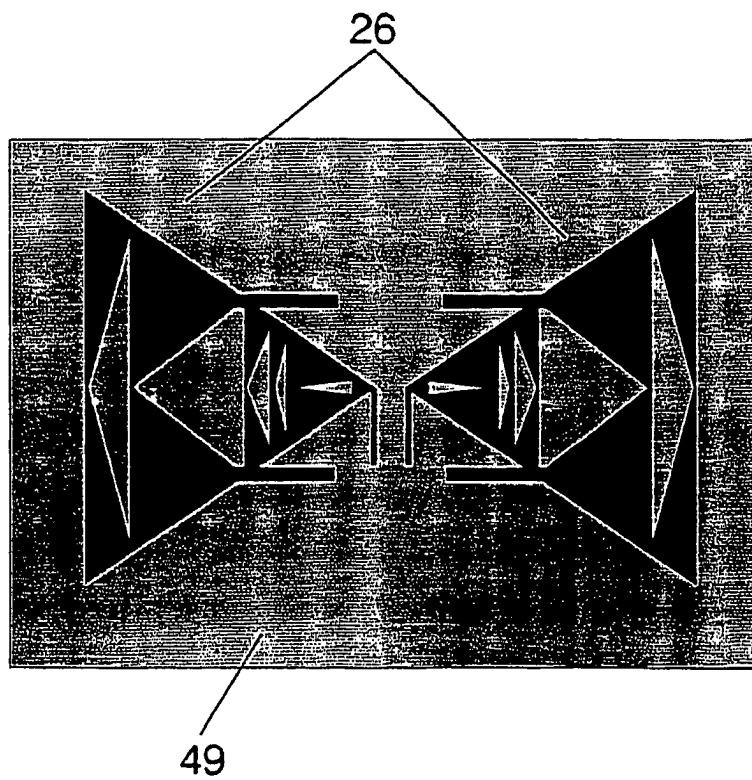
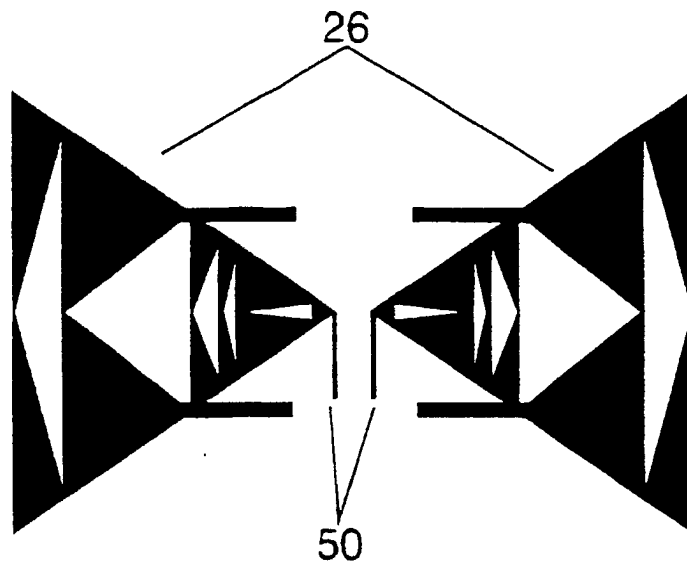


FIG. 13

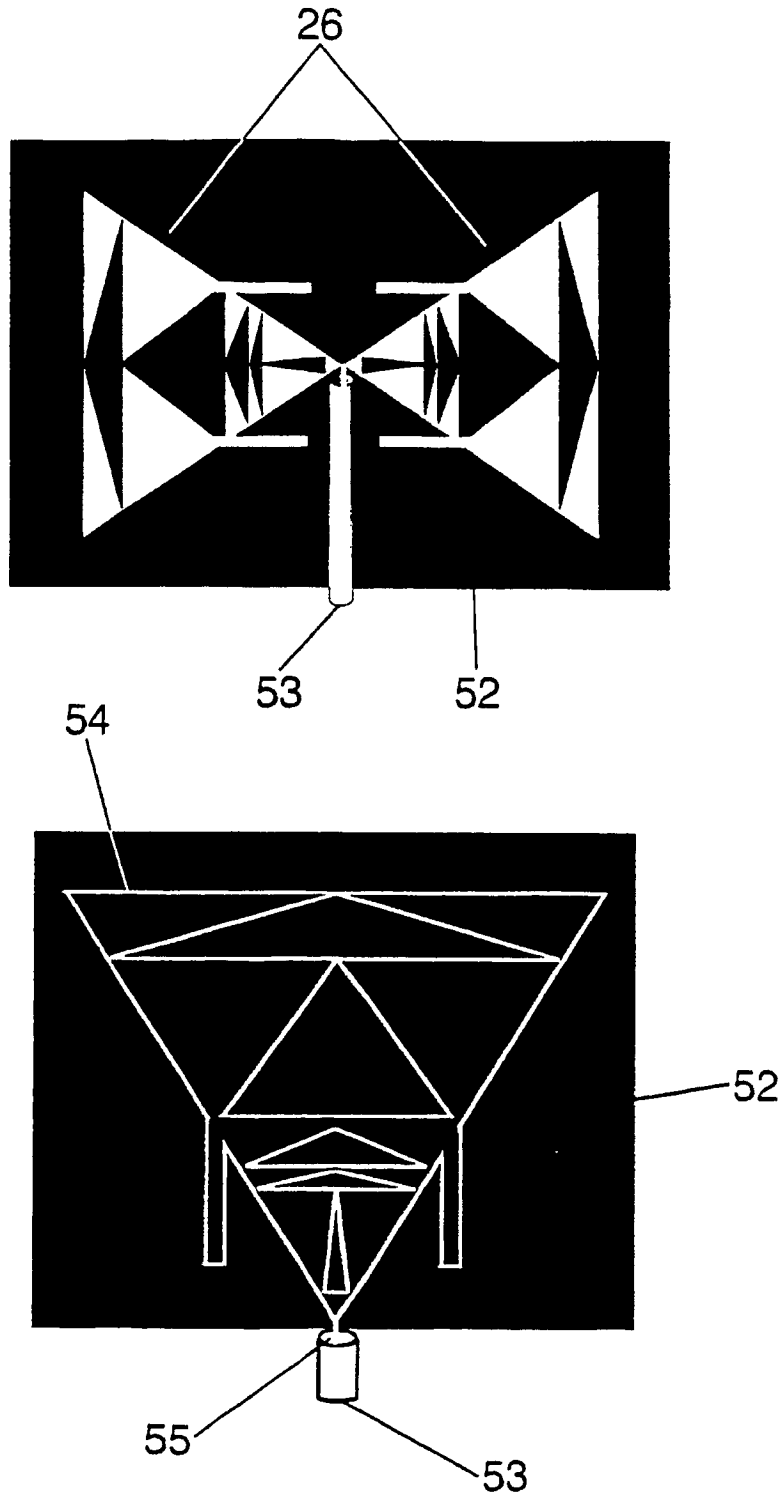


FIG.14

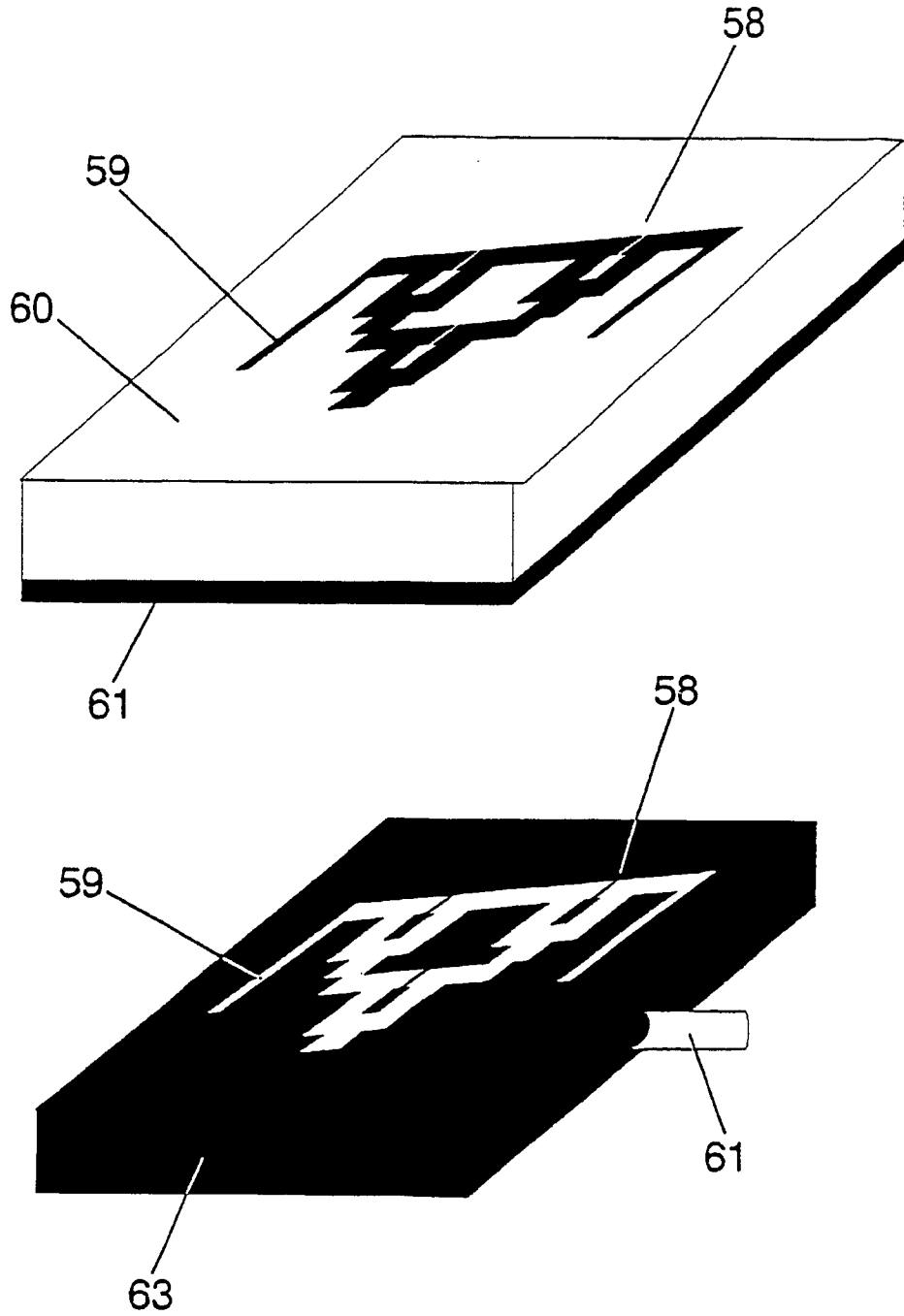


FIG.15

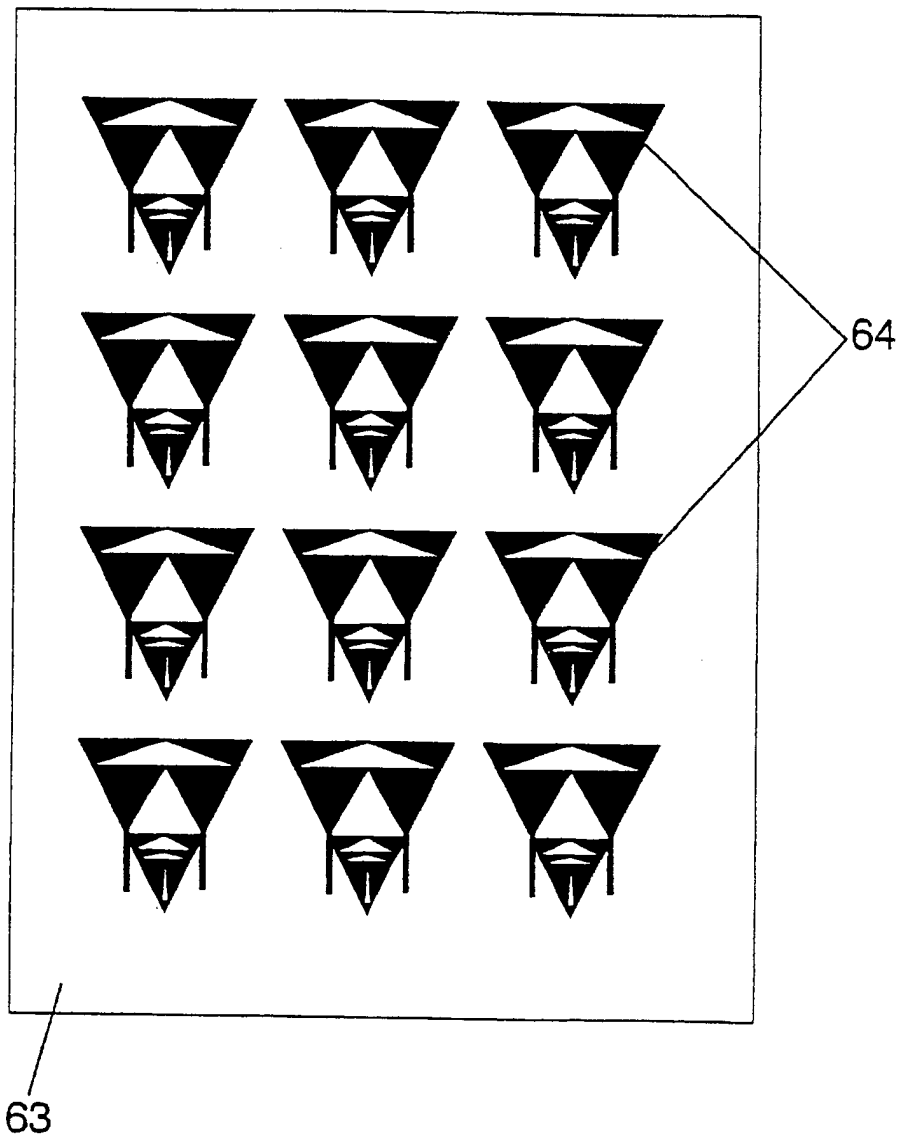


FIG.16