



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 200 23 881 U1** 2007.02.15

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **200 23 881.7**

(22) Anmeldetag: **19.01.2000**

(67) aus Patentanmeldung: **EP 05 01 2854.5**

(47) Eintragungstag: **11.01.2007**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **15.02.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 1/36** (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 13/08 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

Fractus, S.A., Barcelona, ES

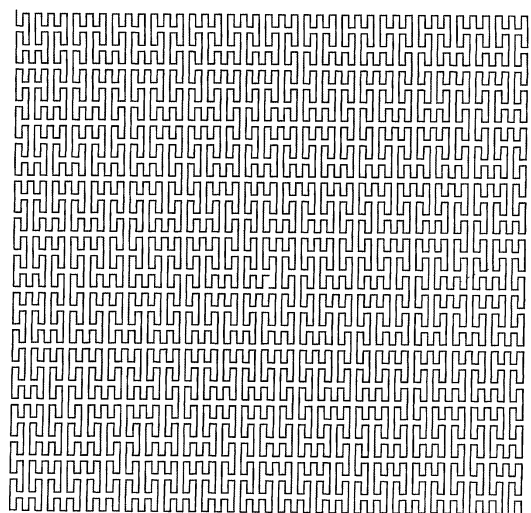
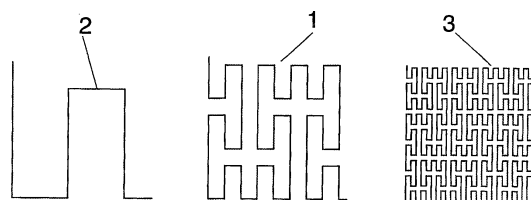
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Raumfüllende Miniaturantennen**

(57) Hauptanspruch: Eine Antenne, bei der wenigstens einer ihrer Teile als raumfüllende Kurve (im Folgenden SFC) gestaltet ist, wobei die SFC als Kurve definiert ist, die aus wenigstens zehn verbundenen geraden Segmenten zusammengesetzt ist, wobei diese Segmente kleiner als ein Zehntel der Betriebsfreiraumwellenlänge sind und räumlich auf eine solche Weise angeordnet sind, dass keine der benachbarten und verbundenen Segmente ein anderes längeres gerades Segment bilden, wobei keine der Segmente sich miteinander schneiden, mit Ausnahme optional an den Spitzen der Kurve, wobei die Ecken, die durch jedes Paar der benachbarten Segmente gebildet werden, optional abgerundet oder in anderer Weise geglättet sein können und wobei die Kurve optional periodisch entlang einer festen geraden Raumrichtung sein kann, dann und nur dann, wenn die Periode definiert wird durch eine nichtperiodische Kurve, die aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist und kein Paar von den benachbarten und verbundenen Segmenten ein gerades längeres Segment bilden. Optional beinhaltet die...



4

Beschreibung**Aufgabe der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen eine neue Familie von Antennen verringerter Größe auf der Basis einer innovativen Geometrie, wobei die Geometrie der Kurven als raumfüllende Kurven (SFC) bezeichnet wird. Eine Antenne gilt als kleine Antenne (eine Miniaturantenne), wenn sie im Vergleich zu der Betriebswellenlänge in einen kleinen Bereich eingepasst werden kann. Genauer gesagt, wird zum Einstufen einer Antenne als klein die Radiansphäre (radian sphere) als Bezug herangezogen. Die Radiansphäre ist eine imaginäre Sphäre mit Radius gleich der Betriebswellenlänge geteilt durch zwei mal π ; eine Antenne gilt als klein hinsichtlich der Wellenlänge, wenn sie in die genannte Radiansphäre eingepasst werden kann.

[0002] Eine neue Geometrie, die Geometrie der raumfüllenden Kurven (SFC), wird in der vorliegenden Erfindung definiert und zum Gestalten eines Teils einer Antenne verwendet. Mit Hilfe dieser neuen Technik kann die Größe der Antenne mit Bezug auf den Stand der Technik verringert werden oder alternativ kann die Antenne, eine feste Größe vorausgesetzt, in Bezug auf eine konventionelle Antenne der gleichen Größe mit einer niedrigeren Frequenz arbeiten.

[0003] Die Erfindung ist auf den Bereich der Telekommunikation und konkreter auf die Konstruktion von Antennen mit verringerter Größe anwendbar.

Hintergrund und Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Die grundlegenden Grenzen bei kleinen Antennen wurden theoretisch Mitte der 1940er Jahre von H. Wheeler und L. J. Chu festgelegt. Sie sagten im Grunde genommen aus, dass eine kleine Antenne wegen der in der Antennennähe gespeicherten großen Blindleistung im Vergleich zu der Strahlstärke einen hohen Gütefaktor (Q) hat. Ein solcher hoher Gütefaktor ergibt eine schmale Bandbreite; tatsächlich bedingt die in einer solchen Theorie abgeleitete Grundschiwingung bei einer vorgegebenen spezifischen Größe einer kleinen Antenne eine maximale Bandbreite.

[0005] In Verbindung mit diesem Phänomen ist auch bekannt, dass eine kleine Antenne einen großen Eingangsblindwiderstand (kapazitiv oder induktiv) aufweist, der gewöhnlich von einer externen Anpassungs-/Belastungsschaltung oder -struktur kompensiert werden muss. Es bedeutet auch, dass es schwierig ist, eine Resonanzantenne in einen Raum zu packen, der hinsichtlich der Wellenlänge bei Resonanz klein ist. Andere charakteristische Eigenschaften einer kleinen Antenne sind ihr kleiner Strah-

lungswiderstand und ihr geringer Wirkungsgrad.

[0006] An der Suche nach Strukturen, die von einem kleinen Raum wirksam strahlen können, besteht ein enormes wirtschaftliches Interesse, besonders im Umfeld von Mobilkommunikationsgeräten (Mobiltelefonie, Mobilfunk-Pagers, tragbare Computer und Datenverarbeitungsgeräte, um nur einige Beispiele zu nennen), wo Größe und Gewicht der tragbaren Geräte klein sein müssen. Nach R. C. Hansen (R. C. Hansen, „Fundamental Limitations on Antennas“, Proc. IEEE, Bd. 69, Nr. 2, Februar 1981) hängt die Leistung einer kleinen Antenne von ihrer Fähigkeit ab, den kleinen verfügbaren Raum im Inneren der die Antenne umgebenden imaginären Radiansphäre effizient zu nutzen.

[0007] In der vorliegenden Erfindung wird ein neuer Satz von Geometrien mit der Bezeichnung raumfüllende Kurven (im Folgenden SFC) für den Entwurf und die Konstruktion von kleinen Antennen vorgestellt, die die Leistung anderer klassischer, im Stand der Technik beschriebener Antennen (wie lineare Monopole, Dipole und kreisförmige oder rechteckige Schleifen) verbessern.

[0008] Die Inspiration für einige der in der vorliegenden Erfindung beschriebenen Geometrien liegt in den Geometrien, die bereits im 19. Jahrhundert von mehreren Mathematikern wie Guiseppe Peano und David Hilbert untersucht wurden. In allen genannten Fällen wurden die Kurven aus mathematischer Sicht studiert, aber nie für irgendeine praktische technische Anwendung verwendet.

[0009] Die Dimension (D) wird oft verwendet, um hoch komplexe geometrische Kurven und Strukturen, wie die in der vorliegenden Erfindung beschriebenen, zu charakterisieren. Es gibt viele verschiedene mathematische Definitionen für Dimension, in der vorliegenden Druckschrift wird aber die Box-Counting-Dimension (die in der mathematischen Theorie fachkundigen Personen gut bekannt ist) zum Charakterisieren einer Familie von Entwürfen verwendet. In der mathematischen Theorie fachkundige Personen werden erkennen, dass optional ein IFS-(Iterated Function System), MRCM-(Multireduction Copy Machine) oder Networked (vernetzt) MRCM-(Multireduction Copy Machine)-Algorithmus verwendet werden kann, um einige raumfüllende Kurven wie die in der vorliegenden Erfindung beschriebenen zu konstruieren.

[0010] Der springende Punkt der vorliegenden Erfindung ist das Gestalten von einem Teil der Antenne (zum Beispiel wenigstens einem Teil der Arme eines Dipols, wenigstens einem Teil des Arms eines Monopols, des Umfangs des Patches einer Patch-Antenne, des Schlitzes einer Schlitzantenne, des Schleifenumfangs einer Schleifenantenne, des Hornquerschnitts in einer Hornantenne oder des Reflektorum-

fangs in einer Reflektorantenne) als eine raumfüllende Kurve, d.h. eine Kurve, die bezüglich der physikalischen Länge groß, aber hinsichtlich des Bereichs, in dem die Kurve enthalten sein kann, klein ist. Genauer gesagt, wird in der folgenden Druckschrift die folgende Definition für eine raumfüllende Kurve genutzt: eine Kurve, die aus wenigstens zehn Segmenten zusammengesetzt ist, die in einer solchen Weise verbunden sind, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen Nachbarn bildet, d.h. kein Paar benachbarter Segmente definieren ein größeres gerades Segment, und wobei die Kurve entlang einer festen geraden Raumrichtung optional periodisch sein kann, dann, und nur dann, falls die Periode durch eine nichtperiodische Kurve definiert wird, die aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist, und kein Paar der benachbarten und verbundenen Segmente ein gerades längeres Segment definieren. Wie auch immer die Gestaltung einer solchen SFC ist, kann sie sich niemals an irgendeinem Punkt selber schneiden mit Ausnahme an dem Anfangs- und Endpunkt (d.h. die gesamte Kurve kann als eine geschlossene Kurve oder Schleife angeordnet werden, aber keiner der Teile der Kurve kann eine geschlossene Schleife werden). Eine raumfüllende Kurve kann auf eine ebene oder gekrümmte Oberfläche geschmiegt werden und auf Grund der Winkel zwischen Segmenten ist die physikalische Länge der Kurve immer größer als die, einer irgendeiner geraden Linie, die in den gleichen Bereich (Oberfläche) wie die genannte raumfüllende Kurve eingepasst werden kann. Außerdem müssen, um die Struktur einer Miniaturantenne gemäß der vorliegenden Erfindung richtig zu gestalten, die Segmente der SFC-Kurven kürzer als ein Zehntel der Freiraumbetriebswellenlänge sein.

[0011] Je nach dem Gestaltungsvorgang und der Kurvengeometrie können einige unendlich lange SFC theoretisch konstruiert werden, so dass sie eine Hausdorff-Dimension aufweisen, die größer als ihre topologische Dimension ist. Das heißt, dass es sich hinsichtlich der klassischen euklidischen Geometrie gewöhnlich versteht, dass eine Kurve immer ein Ein-dimensionsobjekt ist; wenn die Kurve aber stark eingerollt ist und ihre physikalische Länge sehr groß ist, neigt die Kurve dazu, Teile der sie tragenden Oberfläche auszufüllen; in diesem Fall kann die Hausdorff-Dimension über die Kurve berechnet werden (oder wenigstens eine Annäherung von ihr mithilfe des Box-Counting-Algorithmus), was eine Zahl ergibt, die größer als Eins ist. Derartige theoretische unendliche Kurven können nicht physisch konstruiert werden, man kann sich ihnen aber mit SFC-Entwürfen nähern. Die in [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) beschriebenen Kurven **8** und **17** sind einige Beispiele für derartige SFC, die sich einer idealen unendlichen Kurve, die eine Dimension von $D = 2$ aufweist, nähern.

[0012] Der Vorteil der Verwendung von SFC-Kurven in der physikalischen Gestaltung der Antenne ist

zweifach:

- (a) Eine bestimmte Betriebsfrequenz oder -wellenlänge vorausgesetzt, kann die Größe der genannten SFC-Antenne mit Bezug auf den Stand der Technik verringert werden.
- (b) Die physikalische Größe der SFC-Kurve vorausgesetzt, kann die genannte SFC-Antenne bei einer niedrigeren Frequenz (einer längeren Wellenlänge) betrieben werden, als der Stand der Technik.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] [Fig. 1](#) zeigt einige bestimmte Fälle von SFC-Kurven. Von einer Anfangskurve **2** werden andere Kurven **1**, **3** und **4** mit mehr als 10 verbundenen Segmenten gebildet. Diese bestimmte Kurvenfamilie wird im Folgenden SZ-Kurven genannt.

[0014] [Fig. 2](#) zeigt einen Vergleich zwischen zwei mäanderförmigen Linien vom Stand der Technik und zwei periodischen SFC-Kurven, die aus der SZ-Kurve von [Fig. 1](#) konstruiert sind.

[0015] [Fig. 3](#) zeigt eine bestimmte Konfiguration einer SFC-Antenne. Sie besteht aus drei verschiedenen Konfigurationen eines Dipols, bei dem jeder der zwei Arme vollständig als SFC-Kurve **1** gestaltet ist.

[0016] [Fig. 4](#) zeigt weitere bestimmte Fälle von SFC-Antennen. Sie bestehen aus Monopolantennen.

[0017] [Fig. 5](#) zeigt ein Beispiel für eine SFC-Schlitzantenne, bei der der Schlitz als die SFC in [Fig. 1](#) gestaltet ist.

[0018] [Fig. 6](#) zeigt einen weiteren Satz von SFC-Kurven **15–20**, die von der Hilbert-Kurve inspiriert sind und im Folgenden Hilbert-Kurven genannt werden. Zum Vergleich wird eine standardmäßige nicht SFC-Kurve in **14** gezeigt.

[0019] [Fig. 7](#) zeigt ein weiteres Beispiel einer SFC-Schlitzantenne, die auf der SFC-Kurve **17** in [Fig. 6](#) basiert.

[0020] [Fig. 8](#) zeigt einen weiteren Satz von SFC-Kurven **24**, **25**, **26**, **27**, die im Folgenden ZZ-Kurven genannt werden. Zum Vergleich wird eine konventionelle rechteckige Zickzackkurve **23** gezeigt.

[0021] [Fig. 9](#) zeigt eine Schleifenantenne, die auf Kurve **25** in einer Drahtkonfiguration (oben) basiert. Unten ist die Schleifenantenne **29** auf ein dielektrisches Substrat **10** aufgedruckt.

[0022] [Fig. 10](#) zeigt eine Schlitzschleifenantenne, die auf der SFC **25** in [Fig. 8](#) basiert.

[0023] [Fig. 11](#) zeigt eine Patch-Antenne, bei der der Patch-Umfang nach der SFC **25** gestaltet ist.

[0024] [Fig. 12](#) zeigt eine Aperturantenne, bei der die Öffnung (Apertur) **33** an einer leitenden oder supraleitenden Struktur **31** ausgeführt ist, wobei die genannte Öffnung mit SFC **25** gestaltet ist.

[0025] [Fig. 13](#) zeigt eine Patch-Antenne mit einer auf SFC **25** basierenden Öffnung in dem Patch.

[0026] [Fig. 14](#) zeigt ein weiteres besonderes Beispiel für eine Familie von SFC Kurven **41**, **42**, **43**, die auf der Giuseppe Peano-Kurve basieren. Zum Vergleich ist eine nur mit 9 Segmenten gebildete nicht-SFC-Kurve abgebildet.

[0027] [Fig. 15](#) zeigt eine Patch-Antenne mit einem SFC-Schlitz, der auf der SFC-Kurve **41** basiert.

[0028] [Fig. 16](#) zeigt eine Wellenleiter-Schlitzantenne, bei der die SFC Kurve **41** in eine der Wände eines rechteckigen Wellenleiters **47** geschlitzt ist.

[0029] [Fig. 17](#) zeigt eine Hornantenne, bei der die Öffnung und der Querschnitt des Horns nach SFC **25** gestaltet sind.

[0030] [Fig. 18](#) zeigt einen Reflektor einer Reflektorantenne, bei der der Umfang des genannten Reflektors als SFC **25** gestaltet ist.

[0031] [Fig. 19](#) zeigt eine Familie von SFC Kurven **51**, **52**, **53**, die auf der Giuseppe Peano-Kurve basieren. Zum Vergleich ist eine nur mit neun Segmenten ausgebildete nicht-SFC-Kurve **50** abgebildet.

[0032] [Fig. 20](#) zeigt eine weitere Familie von SFC-Kurven **55**, **56**, **57**, **58**. Zum Vergleich ist eine nur mit fünf Segmenten konstruierte nicht-SFC-Kurve **54** abgebildet.

[0033] [Fig. 21](#) zeigt zwei Beispiele für SFC-Schleifen **59**, **60**, die mit SFC **57** konstruiert sind.

[0034] [Fig. 22](#) zeigt eine Familie von SFC-Kurven **61**, **62**, **63**, **64**, die hier als HilbertZZ-Kurven bezeichnet werden.

[0035] [Fig. 23](#) zeigt eine Familie von SFC-Kurven **66**, **67**, **68**, die hier als Peanodec-Kurven bezeichnet werden. Zum Vergleich ist eine nur mit neun Segmenten konstruierte nicht-SFC-Kurve **65** abgebildet.

[0036] [Fig. 24](#) zeigt eine Familie von SFC-Kurven **70**, **71**, **72**, die hier als Peanoinc-Kurve bezeichnet werden. Zum Vergleich ist eine nur mit neun Segmenten konstruierte nicht-SFC-Kurve **69** abgebildet.

[0037] [Fig. 25](#) zeigt eine Familie von SFC-Kurven

73, **74**, **75**, die hier als PeanoZZ-Kurven bezeichnet werden. Zum Vergleich ist eine nur mit neun Segmenten konstruierte nicht-SFC-Kurve (**23**) abgebildet.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltungen

[0038] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen einige Beispiele für SFC-Kurven. Die Zeichnungen **1**, **3** und **4** in [Fig. 1](#) zeigen drei Beispiele für SZ-Kurven genannte SFC-Kurven. In Zeichnung 2 ist zum Vergleich eine Kurve abgebildet, die keine SFC ist, da sie nur aus sechs Segmenten zusammengesetzt ist. Die Zeichnungen **7** und **8** in [Fig. 2](#) zeigen weitere zwei besondere Beispiele für SFC-Kurven, die durch die periodische Wiederholung eines die SFC-Kurve **1** aufweisenden Motivs ausgebildet wurden. Es ist wichtig, den substantiellen Unterschied zwischen diesen Beispielen für SFC-Kurven und einigen Beispielen für periodische, mäanderförmige und nicht SFC-Kurven wie die in den Zeichnungen **5** und **6** in [Fig. 2](#) zu beachten. Die Kurven **5** und **6** sind zwar aus mehr als 10 Segmenten zusammengesetzt, sie können aber im Wesentlichen als entlang einer geraden Richtung (horizontale Richtung) periodisch betrachtet werden, und das Motiv, das eine Periode oder Wiederholungszelle definiert, ist mit weniger als 10 Segmenten konstruiert (die Periode in der Zeichnung 5 enthält nur vier Segmente, während die Periode der Kurve **6** neun Segmente umfasst), was der in der vorliegenden Erfindung eingeführten Definition für SFC-Kurve widerspricht. SFC-Kurven sind im Wesentlichen komplexer und packen eine größere Länge in einen kleineren Raum; in Verbindung mit der Tatsache, dass jedes eine SFC-Kurve zusammensetzende Segment elektrisch kurz ist (kürzer als ein Zehntel der Freiraum-Betriebswellenlänge wie in dieser Erfindung beansprucht), spielt diese Tatsache eine Schlüsselrolle beim Verringern der Antennengröße. Beim Entwerfen von Miniaturantennen ist auch die Klasse von Faltmechanismen wichtig, die zum Erhalten der speziellen SFC-Kurven verwendet werden, die in der vorliegenden Erfindung beschrieben werden.

[0039] [Fig. 3](#) beschreibt eine bevorzugte Ausführungsform einer SFC-Antenne. Die drei Zeichnungen zeigen verschiedene Konfigurationen des gleichen grundlegenden Dipols. Ein Antennendipol mit zwei Armen ist zwei leitende oder supraleitende Teile umfassend aufgebaut, wobei jeder Teil als eine SFC-Kurve gestaltet ist. Aus Gründen der Deutlichkeit, aber ohne Beeinträchtigung der Allgemeingültigkeit, wurde hier ein besonderer Fall von SFC-Kurve (die SZ-Kurve **1** von [Fig. 1](#)) gewählt; stattdessen könnten auch andere SFC-Kurven, wie z.B. die in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 6](#), [Fig. 8](#), [Fig. 14](#), [Fig. 19](#), [Fig. 20](#), [Fig. 21](#), [Fig. 22](#), [Fig. 23](#), [Fig. 24](#) oder [Fig. 25](#) beschriebenen, verwendet werden. Die zwei einander am nächsten liegenden Spitzen der zwei

Arme bilden die Eingangsanschlusspunkte **9** des Dipols. Die Anschlusspunkte **9** wurden als leitende oder supraleitende Kreise gezeichnet, Fachmännern ist es aber klar, dass derartige Anschlusspunkte auch nach einem beliebigen anderen Muster gestaltet werden könnten, sofern sie hinsichtlich der Betriebswellenlänge klein gehalten werden. Die Arme der Dipole können auch verschieden gedreht und gefaltet sein, um die Eingangsimpedanz oder die Strahlungseigenschaften der Antenne, wie zum Beispiel die Polarisierung, zu feinmodifizieren. Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung eines SFC-Dipols wird auch in [Fig. 3](#) gezeigt, wo die leitenden oder supraleitenden SFC-Arme auf ein dielektrisches Substrat **10** aufgedruckt sind; dieses Verfahren ist hinsichtlich Kosten und mechanischer Robustheit besonders praktisch, wenn die SFC-Kurve lang ist. Zum Bilden des Musters der SFC-Kurve auf dem dielektrischen Substrat kann jede beliebige der gut bekannten Techniken zur Herstellung gedruckter Schaltungen verwendet werden. Das genannte dielektrische Substrat kann zum Beispiel eine Glasfaserplatte, ein Substrat auf Teflonbasis (wie Cuclad®) oder andere standardmäßige Radiofrequenz- und Mikrowellensubstrate (wie zum Beispiel Rogers 4003® oder Kapton®) sein. Das dielektrische Substrat kann sogar ein Teil einer Fensterscheibe sein, wenn die Antenne in einem Kraftfahrzeug wie einem Auto, Zug oder Flugzeug montiert werden soll, um elektromagnetische Wellen von Radio, Fernsehen, Mobilfunktelefon (GSM 900, GSM 1800, UMTS) oder sonstigen Kommunikationsdiensten zu senden oder empfangen. Selbstverständlich kann ein Balun-Netzwerk an den Anschlusspunkten des Dipols angeschlossen oder integriert werden, um die Stromverteilung auf die zwei Dipolareme auszugleichen.

[0040] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung einer SFC-Antenne ist eine Monopolkonfiguration, wie sie in [Fig. 4](#) gezeigt wird. In diesem Fall tritt ein leitendes oder supraleitendes Erdungsgegenstück oder eine Erdungsebene **12** an die Stelle von einem der Dipolareme. Ein handgehaltenes Telefongehäuse oder sogar ein Teil der Metallkonstruktion eines Autos, Zugs oder Flugzeugs kann als ein solches Erdungsgegenstück dienen. Die Erde und der Monopolarm (der Arm wird hier mit SFC-Kurve **1** dargestellt, stattdessen könnte aber auch jede beliebige andere SFC-Kurve verwendet werden) werden wie gewöhnlich in Monopolen vom Stand der Technik durch beispielsweise eine Übertragungsleitung **11** erregt. Die genannte Übertragungsleitung wird von zwei Leitern gebildet, wobei einer der Leiter mit der Erdungsebene verbunden ist, während der andere mit einem Punkt der leitenden oder supraleitenden SFC-Struktur verbunden ist. In den Zeichnungen von [Fig. 4](#) wurde als ein besonderer Fall von Übertragungsleitung ein Koaxialkabel **11** verwendet, Fachmännern ist es aber klar, dass andere Übertragungsleitungen (wie z.B. ein Mikrostreifenarm) zum Erregen des Monopols verwendet

werden könnten. Optional und dem in [Fig. 3](#) beschriebenen Schema folgend kann die SFC-Kurve auf ein dielektrisches Substrat **10** aufgedruckt werden.

[0041] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung einer SFC-Antenne ist eine Schlitzantenne, wie zum Beispiel in den [Fig. 5](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 10](#) gezeigt. In [Fig. 5](#) bilden zwei verbundene SFC-Kurven (die dem Muster **1** von [Fig. 1](#) folgen) einen Schlitz oder eine Lücke, der auf ein leitendes oder supraleitendes Blatt (**13**) aufgeprägt ist. Ein derartiges Blatt kann z.B. ein Blatt auf einem dielektrischen Substrat in einer Leiterplattenkonfiguration, ein transparenter leitender Film wie diejenigen, die zum Schutz des Innenraums eines Autos vor heizenden Infrarotstrahlen auf eine Glasscheibe aufgebracht werden, oder sogar Teil der Metallkonstruktion eines handgehaltenen Telefons, eines Autos, Zugs, Bootes oder Flugzeugs sein. Das Erregerschema kann jedes beliebige der in konventionellen Schlitzantennen gut bekannten sein und wird nicht zu einem wesentlichen Teil der vorliegenden Erfindung. In allen genannten drei Figuren wurde zum Erregen der Antenne ein Koaxialkabel **11** verwendet, wobei einer der Leiter mit einer Seite des leitenden Blatts und der andere über die Lücke mit der anderen Seite des Blatts verbunden ist. Beispielsweise könnte anstelle des Koaxialkabels eine Mikrostreifenübertragungsleitung verwendet werden.

[0042] Um zu illustrieren, dass mehrere Modifikationen der Antenne durchführbar sind, basierend auf demselben Prinzip und Geist der vorliegenden Erfindung, wird in [Fig. 7](#) ein ähnliches Beispiel gezeigt, in der stattdessen eine weitere Kurve (die Kurve **17** aus der Hilbert-Familie) verwendet wird. Es ist zu beachten, dass der Schlitz weder in [Fig. 5](#) noch in [Fig. 7](#) die Grenzen des leitenden Blatts erreicht, in einer weiteren Ausgestaltung kann der Schlitz aber auch so ausgelegt sein, dass er den Rand des genannten Blatts erreicht, wodurch das genannte Blatt in zwei separate leitende Blätter geteilt wird.

[0043] [Fig. 10](#) beschreibt eine weitere mögliche Ausgestaltung einer SFC-Schlitzantenne. Sie ist auch eine Schlitzantenne in einer geschlossenen Schleifenkonfiguration. Die Schleife wurde zum Beispiel durch Verbinden von vier SFC-Lücken, die dem Muster von SFC **25** in [Fig. 8](#) folgen, konstruiert (es ist klar, dass stattdessen andere SFC-Kurven verwendet werden könnten, gemäß dem Geist und Anspruch der vorliegenden Erfindung). Die resultierende geschlossene Schleife bestimmt den Rand einer leitenden oder supraleitenden Insel, die von einem leitenden oder supraleitenden Blatt umgeben ist. Der Schlitz kann mittels einer beliebigen der gut bekannten konventionellen Techniken erregt werden; zum Beispiel kann ein Koaxialkabel **11** verwendet werden, wobei einer der Außenleiter mit dem leitenden äußeren Blatt und der innere Leiter mit der von der

SFC-Lücke umgebenen leitenden Insel verbunden wird. Auch hier kann ein derartiges Blatt zum Beispiel ein Blatt über einem dielektrischen Substrat in einer Leiterplattenkonfiguration, ein transparenter leitender Film wie diejenigen, die zum Schutz des Innenraums eines Autos vor heizenden Infrarotstrahlen auf eine Glasscheibe aufgebracht werden, oder sogar Teil der Metallkonstruktion eines handgehaltenen Telefons, eines Autos, Zugs, Bootes oder Flugzeugs sein. Der Schlitz kann sogar von der Lücke zwischen einer leitenden Insel und einem leitenden Blatt gebildet werden, die nahe beieinander befindlich aber nicht koplanar sind; dies kann physisch durchgeführt werden, indem zum Beispiel die innere leitende Insel auf eine Oberfläche des optionalen dielektrischen Substrats und der umgebende Leiter auf die entgegen gesetzte Oberfläche des genannten Substrats aufgebracht wird.

[0044] Die Schlitzkonfiguration ist selbstverständlich nicht die einzige Methode zum Implementieren einer SFC-Schleifenantenne. Eine geschlossene SFC-Kurve aus einem supraleitenden oder leitenden Material kann verwendet werden, um eine Draht-SFC-Schleifenantenne zu implementieren, wie in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wie der von [Fig. 9](#) gezeigt wird. In diesem Fall ist ein Teil der Kurve unterbrochen, so dass die zwei resultierenden Enden der Kurve die Eingangsanschlusspunkte **9** der Schleife bilden. Optional kann die Schleife auch auf ein dielektrisches Substrat **10** aufgedruckt werden. Falls ein dielektrisches Substrat verwendet wird, kann eine dielektrische Antenne auch durch Einätzen eines dielektrischen SFC-Musters auf dem genannten Substrat konstruiert werden, wobei die Dielektrizitätskonstante des genannten dielektrischen Musters höher als die des genannten Substrats ist.

[0045] Eine andere bevorzugte Ausgestaltung wird in [Fig. 11](#) beschrieben. Sie besteht aus einer Patch-Antenne, wobei der leitende oder supraleitende Patch **30** einen SFC-Umfang aufweist (hier wurde der besondere Fall von SFC **25** verwendet, es ist aber klar, dass stattdessen auch andere SFC-Kurven verwendet werden könnten). Der Umfang des Patch ist hier der wesentliche Teil der Erfindung, wobei der Rest der Antenne z.B. wie andere konventionelle Patch-Antennen ausgebildet ist: die Patch-Antenne umfasst eine leitende oder supraleitende Erdungsebene oder ein Erdungsgegenstück und den leitenden oder supraleitenden Patch, der parallel zu der genannten Erdungsebene oder dem Erdungsgegenstück ist. Der Abstand zwischen dem Patch und der Erde ist meist weniger als eine Viertelwellenlänge (aber nicht darauf begrenzt). Optional kann ein verlustarmes dielektrisches Substrat (**10**) (wie z.B. Glasfaser, ein Teflonsubstrat wie Cuclad® oder andere im Handel erhältliche Materialien wie Rogers® 4003) zwischen dem genannten Patch und dem Erdungsgegenstück angeordnet sein. Als Antennenspeise-

schema kann jedes beliebige der gut bekannten Schemata verwendet werden, die in Patch-Antennen vom Stand der Technik verwendet werden, zum Beispiel: ein Koaxialkabel, bei dem der äußere Leiter an die Erdungsebene angeschlossen ist und der innere Leiter an den Patch bei dem gewünschten Eingangswiderstandspunkt angeschlossen ist (selbstverständlich können die typischen Modifikationen einschließlich einer kapazitiven Lücke in dem Patch um den koaxialen Verbindungspunkt oder einer in einem Abstand parallel zu dem Patch an den inneren Leiter des koaxialen Kabels angeschlossenen kapazitiven Platte und so weiter ebenfalls verwendet werden); eine Mikrostreifenübertragungsleitung, die sich die selbe Erdungsebene mit der Antenne teilt, wobei der Streifen kapazitiv an den Patch gekoppelt ist und in einem Abstand unterhalb des Patches angeordnet ist oder wobei der Streifen in einer weiteren Ausgestaltung unterhalb der Erdungsebene angeordnet und durch einen Schlitz an den Patch gekoppelt ist, und sogar eine Mikrostreifenübertragungsleitung mit dem zum Patch koplanaren Streifen. Alle diese Mechanismen sind vom Stand der Technik her gut bekannt und stellen keinen wesentlichen Teil der vorliegenden Erfindung dar. Der wesentliche Teil der vorliegenden Erfindung ist die Gestalt der Antenne (in diesem Fall des SFC-Umfangs des Patch), die zum Verringern der Antennengröße in Bezug auf Konfigurationen vom Stand der Technik beiträgt.

[0046] Andere bevorzugte Ausgestaltungen von SFC-Antennen, die ebenfalls auf der Patch-Konfiguration basieren, werden in [Fig. 13](#) und in [Fig. 15](#) offenbart. Sie bestehen aus einer konventionellen Patch-Antenne mit einem polygonalen Patch **30** (quadratisch, dreieckig, fünfeckig, sechseckig, rechteckig oder sogar kreisförmig, um nur einige Beispiele zu nennen), wobei eine SFC-Kurve eine Lücke in dem Patch gestaltet. Eine derartige SFC-Linie kann einen Schlitz oder eine Spurlinie **44** über dem Patch bilden (wie in [Fig. 15](#) zu sehen ist) und trägt so zum Verringern der Antennengröße und zum Einführen neuer Resonanzfrequenzen für einen Multibandbetrieb bei oder in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung definiert die SFC-Kurve (wie z.B. **25**) den Umfang einer Öffnung **33** in dem Patch **30** ([Fig. 13](#)). Eine solche Öffnung (Apertur) trägt bedeutend zum Verringern der ersten Resonanzfrequenz des Patch mit Bezug auf den Fall des massiven Patch bei, was bedeutend zum Verringern der Antennengröße beiträgt. Die genannten zwei Konfigurationen, der SFC-Schlitz- und der SFC-Aperturtall, können selbstverständlich auch mit Patch-Antennen mit SFC-Umfang wie z.B. der in [Fig. 11](#) beschriebenen **30** verwendet werden.

[0047] An dieser Stelle wird es Fachleuten klar, was der Anspruch und Geist der vorliegenden Erfindung ist und dass, das gleiche geometrische SFC-Prinzip auf all die gut bekannten Konfigurationen vom Stand

der Technik angewendet werden kann. Weitere Beispiele werden in [Fig. 12](#), [Fig. 16](#), [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) gegeben.

[0048] [Fig. 12](#) beschreibt eine andere bevorzugte Ausgestaltung einer SFC-Antenne. Sie besteht aus einer Aperturantenne, wobei die genannte Öffnung von ihrem SFC-Umfang gekennzeichnet wird, wobei die genannte Öffnung auf eine leitende Erdungsebene oder ein Erdungsgegenstück **34** aufgebracht ist, wobei die genannte Erdungsebene oder das Erdungsgegenstück zum Beispiel aus einer Wand eines Wellenleiters oder Hohlraumresonators oder einem Teil der Struktur eines Kraftfahrzeugs (wie z.B. eines Autos, Lastkraftwagens, Flugzeugs oder Panzers) besteht. Die Öffnung kann mit einer beliebigen der konventionellen Techniken, wie z.B. einem Koaxialkabel **11** oder einem ebenen Mikrostreifen oder einer Streifenleitungsübertragungsleitung, um nur einige zu nennen, gespeist werden.

[0049] [Fig. 16](#) zeigt eine weitere bevorzugte Ausgestaltung, bei der die SFC-Kurven **41** über eine Wand eines Hohlleiters **47** mit arbiträrem Querschnitt geschlitzt sind. So kann ein geschlitztes Hohlleiter-Array gebildet werden mit dem Vorteil der größenkomprimierenden Eigenschaften der SFC-Kurven.

[0050] [Fig. 17](#) ist eine Abbildung einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung, in diesem Fall eine Hornantenne **48**, wobei der Querschnitt der Antenne eine SFC-Kurve **25** ist. In diesem Fall ergibt sich der Nutzen nicht nur aus der Verkleinerungseigenschaft der SFC-Geometrien, sondern auch aus dem Breitbandverhalten, das durch Gestalten des Hornquerschnitts erzielt werden kann. Primitive Versionen dieser Techniken wurden bereits in der Form von Steg-Hornantennen entwickelt. In den genannten Fällen vom Stand der Technik wird ein in wenigstens zwei entgegengesetzte Wände des Horns eingesetzter einzelner vierkantiger Zahn zum Vergrößern der Bandbreite der Antenne verwendet. Die reichhaltigere Struktur einer SFC-Kurve trägt weiter zu einer Bandbreitenverbesserung in Bezug auf den Stand der Technik bei.

[0051] [Fig. 18](#) beschreibt eine weitere typische Antennenkonfiguration, eine Reflektorantenne **49** mit dem neu offenbarten Ansatz zum Gestalten des Reflektorumfanges mit einer SFC-Kurve. Der Reflektor kann flach oder gekrümmt sein, je nach der Anwendung oder dem Speiseschema (z.B. in einer Reflectarray-Konfiguration sind die SFC-Reflektoren vorzugsweise flach, während bei zentral gespeisten Parabolreflektoren die von der SFC-Kurve eingegrenzte Oberfläche vorzugsweise sich an eine parabolische Oberfläche annähernd gekrümmt ist). Außerdem können im Sinn der SFC-Rückstrahlflächen auch frequenzselektive Oberflächen (FSS: Frequency Selective Surfaces) mittels SFC-Kurven gestaltet werden;

in diesem Fall werden die SFC zum Gestalten der wiederholten Muster über die FSS verwendet. In der genannten FSS-Konfiguration werden die SFC-Elemente in Bezug auf den Stand der Technik vorteilhaft verwendet, weil die verringerte Größe der SFC-Muster eine engere Beabstandung zwischen den genannten Elementen erlaubt. Ein ähnlicher Vorteil wird erzielt, wenn die SFC-Elemente in einem Antennenarray in einem Antennen-Reflectarray verwendet werden.

[0052] Nachdem die Prinzipien unserer Erfindung in verschiedenen bevorzugten Ausführungsformen hiervon gezeigt und beschrieben wurden, sollte es Fachleuten unmittelbar ersichtlich sein, dass die Erfindung in der Ausführung und in Details abgewandelt werden kann, ohne von den Prinzipien abzuweichen. Wir beanspruchen alle Änderungen, die im Geist und Bereich der beigefügten Ansprüche liegen.

Schutzansprüche

1. Eine Antenne, bei der wenigstens einer ihrer Teile als raumfüllende Kurve (im Folgenden SFC) gestaltet ist, wobei die SFC als Kurve definiert ist, die aus wenigstens zehn verbundenen geraden Segmenten zusammengesetzt ist, wobei diese Segmente kleiner als ein Zehntel der Betriebsfreiraumwellenlänge sind und räumlich auf eine solche Weise angeordnet sind, dass keine der benachbarten und verbundenen Segmente ein anderes längeres gerades Segment bilden, wobei keine der Segmente sich miteinander schneiden, mit Ausnahme optional an den Spitzen der Kurve, wobei die Ecken, die durch jedes Paar der benachbarten Segmente gebildet werden, optional abgerundet oder in anderer Weise geglättet sein können und wobei die Kurve optional periodisch entlang einer festen geraden Raumrichtung sein kann, dann und nur dann, wenn die Periode definiert wird durch eine nichtperiodische Kurve, die aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist und kein Paar von den benachbarten und verbundenen Segmenten ein gerades längeres Segment bilden. Optional beinhaltet die Antenne ein Netzwerk zwischen dem abstrahlenden Element und dem Eingangsverbinder oder der Übertragungsleitung, wobei das Netzwerk entweder ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk, ein Balunnetzwerk, ein Filternetzwerk, ein Duplexernetzwerk oder ein Duplexernetzwerk ist.

2. Eine Antenne, bei der wenigstens einer ihrer Teile als raumfüllende Kurve (SFC) gestaltet ist, wobei die SFC eine Boxcounting-Dimension größer als eins aufweist, wobei die Boxcounting-Dimension wie üblich als die Steigung eines geraden Teils eines Log-Log-Graphs berechnet wird, wobei solch ein gerader Teil im wesentlichen definiert ist, als ein gerades Segment über wenigstens eine Oktave von Skalen auf der horizontalen Achse des Log-Log-Graphs.

Optional beinhaltet die Antenne ein Netzwerk zwischen dem abstrahlenden Element und dem Eingangsverbinder, wobei das Netzwerk entweder ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk, ein Balunnetzwerk, ein Filternetzwerk, ein Diplexernetzwerk oder ein Duplexernetzwerk ist.

3. Eine Antenne, bei der wenigstens einer ihrer Teile entweder als eine Hilbert- oder eine Peano-Kurve gestaltet ist. Optional beinhaltet die Antenne ein Netzwerk zwischen dem abstrahlenden Element und dem Eingangsverbinder, wobei das Netzwerk entweder ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk, ein Balunnetzwerk, ein Filternetzwerk, ein Diplexernetzwerk oder ein Duplexernetzwerk ist.

4. Eine Antenne, in der wenigstens einer ihrer Teile entweder als eine SZ-, ZZ-, HilbertZZ-, Peanoinc-, Peanodec-, oder PeanoZZ-Kurve gestaltet ist. Optional beinhaltet die Antenne ein Netzwerk zwischen dem abstrahlenden Element und dem Eingangsverbinder, wobei das Netzwerk entweder ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk, ein Balunnetzwerk, ein Filternetzwerk, ein Diplexernetzwerk oder ein Duplexernetzwerk ist.

5. Eine Dipol-Antenne umfassend zwei leitende oder supraleitende Arme, in denen wenigstens ein Teil von wenigstens einem der Arme des Dipols gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ oder ZZ-Kurve gemäß Anspruch 1, 2, 3 oder 4.

6. Eine Monopol-Antenne umfassend einen abstrahlenden Arm und ein Erdungsgegenstück, in dem wenigstens ein Teil davon gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ-, oder ZZ-Kurve gemäß Anspruch 1, 2, 3 oder 4.

7. Eine Schlitz-Antenne umfassend wenigstens eine leitende oder supraleitende Oberfläche, wobei diese Oberfläche einen Schlitz beinhaltet, wobei der Schlitz entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gestaltet ist gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei der Schlitz gefüllt oder durch ein dielektrisches Substrat gestützt sein kann und wobei die leitende oder supraleitende Oberfläche, die den Schlitz beinhaltet, entweder eine Wand eines Wellenleiters, eine Wand eines Hohlraumresonators, ein leitender Film auf einem Glas eines Fensters eines Motorfahrzeugs oder Teil einer metallischen Struktur des Motorfahrzeugs ist.

8. Eine Schleifen-Antenne umfassend einen leitenden oder supraleitenden Draht, wobei wenigstens ein Teil des Drahts, der die Schleife bildet, gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder

ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4 oder alternativ umfassend eine leitende oder supraleitende Oberfläche mit einer Schlitz- oder Lückenschleife, die der leitenden oder supraleitenden Oberfläche aufgeprägt ist, wobei ein Teil der Schlitz- oder Lückenschleife gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 7.

9. Eine Patch-Antenne umfassend wenigstens eine leitende oder supraleitende Erdungsebene und einen leitenden oder supraleitenden Patch parallel zu der Erdungsebene, gekennzeichnet durch den Umfang des Patches, der gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß Anspruch 1, 2, 3 oder 4 oder gekennzeichnet durch einen Schlitz oder eine Öffnung in dem Patch, wobei der Schlitz oder der Öffnungsumfang gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4.

10. Eine Apertur-Antenne umfassend wenigstens eine leitende oder supraleitende Oberfläche und eine Öffnung in dieser Oberfläche, wobei die Öffnung gekennzeichnet ist durch ihren Umfang, welcher gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4 und wobei die leitende oder supraleitende Oberfläche, die die Öffnung beinhaltet, entweder eine Wand eines Wellenleiters, eine Wand eines Hohlraumresonators, ein transparenter leitender Film auf einem Glas eines Fensters eines Motorfahrzeugs oder Teil einer metallischen Struktur des Motorfahrzeugs ist, wobei die Öffnung gefüllt sein kann oder von einem dielektrischen Substrat gestützt sein kann.

11. Eine Horn-Antenne, gekennzeichnet durch den Querschnitt des Horns, der gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4.

12. Eine Reflektor-Antenne gekennzeichnet durch den Umfang des Reflektors, der gestaltet ist entweder als eine SFC-, Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4.

13. Eine frequenzselektive Oberfläche (FSS) umfassend eine leitende oder supraleitende Oberfläche, wobei der Oberfläche wenigstens ein Schlitz aufgeprägt ist, wobei der Schlitz gestaltet ist entweder als eine SFC-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4 oder wobei die FSS eine dielektrische Oberfläche umfasst, auf die eine leitende oder

supraleitende Struktur aufgedruckt ist unter Verwendung irgendeiner der aus dem Stand der Technik bekannten Herstellungsverfahren, wobei die gedruckten Strukturen gekennzeichnet sind durch ihre Form, welche zum Teil entweder eine SFC-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve gemäß dem Anspruch 1, 2, 3 oder 4 ist.

14. Ein Satz von raumfüllenden Antennen gemäß den vorangehenden Ansprüchen, wobei die Mehrzahl der Antennen mit einem Signal bei einer gegebenen Frequenz gespeist werden und ein Array von SFC-Antennen bilden, oder wobei wenigstens zwei der Antennen des Antennensatzes mit verschiedenen Frequenzen arbeiten, um eine Abdeckung für verschiedene Kommunikationsdienste zu liefern, wobei die Antennen in irgendeiner der beschriebenen Konfigurationen gleichzeitig mittels jeweils eines Verteiler- oder Diplexer-Netzwerks gespeist werden können.

15. Raumfüllende Antenne gemäß vorangehenden Ansprüchen gekennzeichnet durch ihre Größe, welche kleiner ist, als die Größe einer dreieckigen, rechteckigen, kreisförmigen, fünfeckigen oder sechseckigen Antenne mit derselben Monopol-, Dipol-, Patch-, Schlitz, Apertur-, Horn- oder Reflektor-Konfiguration, die bei derselben Frequenz arbeitet.

16. Eine Patch-Antenne, bei der wenigstens einer ihrer Teile als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wobei:

die raumfüllende Kurve eine Kurve ist, die aus wenigstens zehn Segmenten zusammengesetzt ist, die in einer solchen Weise verbunden sind, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen Nachbarn bildet; die raumfüllende Kurve kann optional periodisch entlang einer festen geraden Raumrichtung sein, dann und nur dann, falls die Periode durch eine nichtperiodische Kurve definiert wird, die aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist und kein Paar der benachbarten und verbundenen Segmente ein gerades längeres Segment definieren; die Segmente der raumfüllenden Kurve sind kürzer als ein Zehntel der Freiraumbetriebswellenlänge; die raumfüllende Kurve weist eine Boxcounting-Dimension größer als eins auf, wobei die Boxcounting-Dimension berechnet wird als die Steigung des geraden Teils eines Log-Log-Graphs, wobei solch ein gerader Teil im wesentlichen definiert ist, als ein gerades Segment über wenigstens eine Oktave von Skalen auf der horizontalen Achse des Log-Log-Graphs;

die raumfüllende Kurve kann sich niemals an irgendeinem Punkt selber schneiden mit Ausnahme an dem Anfangs- und Endpunkt, d. h. die gesamte Kurve kann als eine geschlossene Kurve oder Schleife angeordnet sein, aber keiner der Teile der Kurve kann eine geschlossene Schleife werden; der Patch ist leitend oder supraleitend, und

weist einen raumfüllenden Kurven-Umfang auf und/oder die raumfüllende Kurve gestaltet eine Lücke in dem Patch oder die raumfüllende Kurve definiert den Umfang einer Öffnung in dem Patch.

17. Antenne nach Anspruch 16, wobei die raumfüllende Kurve auf eine ebene oder gekrümmte Oberfläche geschmiegt ist.

18. Antenne gemäß Anspruch 16 oder 17, wobei die physikalische Länge der Kurve größer ist, als die irgendeiner geraden Linie, die in denselben Bereich wie die raumfüllende Kurve eingepasst werden kann.

19. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei die Antenne in eine imaginäre Sphäre eingepasst werden kann, deren Radius gleich der Betriebswellenlänge dividiert durch 2 π ist.

20. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 19, wobei der Patch ein polygonaler Patch wie etwa ein quadratischer, dreieckiger, fünfeckiger, sechseckiger, rechteckiger oder kreisförmiger Patch ist, wobei eine raumfüllende Kurve eine Lücke oder einen Schlitz in dem Patch gestaltet.

21. Antenne gemäß einem der Ansprüche 16 bis 20, wobei die Antenne eine Multi-Band-Antenne ist.

22. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 21, wobei die Antenne ein Netzwerk zwischen dem abstrahlenden Element und dem Eingangsverbinder oder der Übertragungsleitung beinhaltet, wobei das Netzwerk ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk, ein Balunnetzwerk, ein Filternetzwerk, ein Diplexernetzwerk oder ein Duplexernetzwerk ist.

23. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 22, wobei die raumfüllende Kurve eine Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peanoinc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve ist.

24. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 23, wobei die wenigstens zehn Segmente wenigstens zehn verbundene gerade Segmente sind, wobei die wenigstens zehn Segmente räumlich in einer solchen Weise angeordnet sind, dass keine der benachbarten und verbundenen Segmente ein anderes längeres gerades Segment bilden und wobei keine der Segmente sich miteinander schneiden mit Ausnahme optionaler Weise an den Spitzen der Kurve.

25. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 24, wobei die Ecken, die durch jedes Paar von benachbarten Segmenten gebildet sind, abgerundet oder in anderer Weise geglättet sind.

26. Antenne nach einem der Ansprüche 16 bis 25, wobei die Antenne eine leitende oder supraleitende Erdungsebene oder ein Erdungsgegenstück umfasst.

27. Antenne nach Anspruch 26, wobei der Patch parallel zur Erdungsebene oder dem Erdungsgegenstück ist.

28. Antenne nach Anspruch 26 oder 27, wobei der Abstand zwischen dem Patch und der Erde weniger als eine Viertelwellenlänge ist.

29. Antenne nach einem der Ansprüche 26 bis 28, wobei ein verlustarmes dielektrisches Substrat zwischen dem Patch und der Erdungsebene oder dem Erdungsgegenstück angeordnet ist.

30. Antenne nach einem der Ansprüche 26 bis 29, wobei ein Speisungsschema vorgesehen ist, welches ein koaxiales Kabel umfasst, bei dem der äußere Leiter an die Erdungsebene oder das Erdungsgegenstück angeschlossen ist und der innere Leiter an den Patch bei einem gewünschten Eingangswiderstandspunkt angeschlossen ist.

31. Antenne nach Anspruch 30, wobei eine kapazitive Lücke in dem Patch um den koaxialen Verbindungspunkt oder eine kapazitive Platte, die an den inneren Leiter des koaxialen Kabels angeschlossen ist und die in einem Abstand parallel zu dem Patch angeordnet ist, vorgesehen ist.

32. Antenne nach einem der Ansprüche 26 bis 31, wobei ein Speisungsschema vorgesehen ist, welches eine Mikrostreifen-Übertragungsleitung umfasst, die sich dieselbe Erdungsebene oder dasselbe Erdungsgegenstück mit der Antenne teilt, wobei der Streifen kapazitiv an den Patch gekoppelt ist und in einem Abstand unterhalb des Patches angeordnet ist oder wobei der Streifen unterhalb der Erdungsebene angeordnet ist und an den Patch durch einen Schlitz gekoppelt ist, oder wobei der Streifen koplanar zu dem Patch ist.

33. Ein Satz von raumfüllenden Antennen gemäß einem der Ansprüche 16 bis 32, wobei die Mehrzahl der Antennen mit einem Signal bei einer gegebenen Frequenz gespeist werden und ein Array von raumfüllenden Kurven-Antennen bilden oder wobei wenigstens zwei der Antennen des Antennensatzes mit verschiedenen Frequenzen arbeiten, um eine Abdeckung für verschiedene Kommunikationsdienste zu liefern, wobei die Antennen in irgendeiner der beschriebenen Konfigurationen gleichzeitig mittels jeweils eines Verteiler- oder Dplexernetzwerks gespeist werden können.

34. Mobiles Kommunikationsgerät mit einer An-

tenne gemäß einem der Ansprüche 16 bis 32 oder einem Satz von Antennen nach Anspruch 33.

35. Mobiles Kommunikationsgerät nach Anspruch 34, wobei das Gerät ein Mobiltelefon ist.

36. Mobiles Kommunikationsgerät nach Anspruch 34, wobei das Gerät ein Mobilpager, ein tragbarer Computer oder ein Datenverarbeitungsgerät ist.

37. Mobiles Kommunikationsgerät nach einem der Ansprüche 34 bis 36, wobei das Gerät ausgebildet ist, in dem GSM 900-Standard zu arbeiten.

38. Mobiles Kommunikationsgerät nach einem der Ansprüche 34 bis 37, wobei das Gerät ausgebildet ist, in dem GSM 1800-Standard zu arbeiten.

39. Mobiles Kommunikationsgerät nach einem der Ansprüche 34 bis 38, wobei das Gerät ausgebildet ist, in dem UMTS-Standard zu arbeiten.

40. Eine Antenne, bei der wenigstens einer ihrer Teile als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wobei: die raumfüllende Kurve eine Kurve ist, die aus wenigstens zehn Segmenten zusammengesetzt ist, die in einer solchen Weise verbunden sind, dass jedes Segment einen Winkel mit seinen Nachbarn bildet; die raumfüllende Kurve kann optional periodisch entlang einer festen geraden Raumrichtung sein, dann und nur dann, falls die Periode durch eine nichtperiodische Kurve definiert wird, die aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist und kein Paar der benachbarten und verbundenen Segmente ein gerades längeres Segment definieren; die raumfüllende Kurve kann sich niemals an irgendeinem Punkt selber schneiden mit Ausnahme an dem Anfangs- und Endpunkt das heißt, die gesamte Kurve kann als eine geschlossene Kurve oder Schleife angeordnet sein, aber keiner der Teile der Kurve kann eine geschlossene Schleife werden; die Segmente der raumfüllenden Kurve sind kürzer als ein Zehntel der Freiraum-Betriebswellenlänge; die raumfüllende Kurve weist eine Boxcounting-Dimension größer als eins auf, wobei die Boxcounting-Dimension berechnet wird als die Steigung des geraden Teils eines Log-Log-Graphs, wobei solch ein gerader Teil im Wesentlichen definiert ist, als ein gerades Segment über wenigstens eine Oktave von Skalen auf der horizontalen Achse des Log-Log-Graphs; und die Antenne ist eine Patch-Antenne, die wenigstens eine leitende oder supraleitende Erdungsebene oder ein Erdungsgegenstück und einen leitenden oder supraleitenden Patch umfasst, wobei der Umfang des Patches als die raumfüllende Kurve gestaltet ist, oder wobei ein Schlitz oder eine Öffnung in dem Patch vor-

gesehen ist, wobei der Schlitz oder der Öffnungsumfang als die raumfüllende Kurve gestaltet ist.

41. Antenne nach Anspruch 40, wobei der leitende oder supraleitende Patch parallel zu der Erdungsebene oder dem Erdungsgegenstück ist.

42. Antenne nach Anspruch 40 oder 41, wobei die raumfüllende Kurve auf eine ebene oder gekrümmte Fläche geschmiegt ist.

43. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 42, wobei die physikalische Länge der Kurve größer ist, als die irgendeiner geraden Linie, die in denselben Bereich wie die raumfüllende Kurve eingepasst werden kann.

44. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 43, wobei die Antenne in eine imaginäre Sphäre eingepasst werden kann, deren Radius gleich der Betriebswellenlänge dividiert durch 2 TT ist.

45. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 44, wobei der Abstand zwischen dem Patch und der Erdung weniger als eine Viertelwellenlänge ist.

46. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 45, wobei ein verlustarmes dielektrisches Substrat zwischen dem Patch und der Erdungsebene oder dem Erdungsgegenstück angeordnet ist.

47. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 46, wobei ein Speisungsschema vorgesehen ist, welches ein koaxiales Kabel umfasst, bei dem der äußere Leiter an die Erdungsebene oder das Erdungsgegenstück angeschlossen ist und der innere Leiter an den Patch bei einem gewünschten Eingangswiderstandspunkt angeschlossen ist.

48. Antenne nach Anspruch 47, wobei eine kapazitive Lücke in dem Patch um den koaxialen Verbindungspunkt oder eine kapazitive Platte, die an den inneren Leiter des koaxialen Kabels angeschlossen ist und die in einem Abstand parallel zu dem Patch angeordnet ist, vorgesehen ist.

49. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 46, wobei ein Speisungsschema vorgesehen ist, das eine Mikrostreifen-Übertragungsleitung umfasst, die sich dieselbe Erdungsebene oder dasselbe Erdungsgegenstück mit der Antenne teilt, wobei der Streifen kapazitiv an den Patch gekoppelt ist und in einem Abstand unterhalb des Patches angeordnet ist, oder wobei der Streifen unterhalb der Erdungsebene angeordnet ist und an den Patch durch einen Schlitz gekoppelt ist oder, wobei der Streifen koplanar zu dem Patch ist.

50. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis

49, wobei der Patch ein polygonaler Patch wie etwa ein quadratischer, dreieckiger, fünfeckiger, sechseckiger, rechteckiger oder kreisförmiger Patch ist, wobei eine raumfüllende Kurve eine Lücke oder einen Schlitz in dem Patch gestaltet.

51. Antenne gemäß einem der Ansprüche 40 bis 50, wobei die Antenne eine Multi-Band-Antenne ist.

52. Antenne gemäß einem der Ansprüche 40 bis 51, wobei die Antenne ein Netzwerk zwischen dem abstrahlenden Element und dem Eingangsverbinder oder der Übertragungsleitung beinhaltet, wobei das Netzwerk ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk, ein Balunnetzwerk, ein Filternetzwerk, ein Diplexernetzwerk oder ein Duplexernetzwerk ist.

53. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 52, wobei die raumfüllende Kurve eine Hilbert-, Peano-, HilbertZZ-, SZ-, Peano-inc-, Peanodec-, PeanoZZ- oder ZZ-Kurve ist.

54. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 53, wobei die wenigstens zehn Segmente wenigstens zehn verbundene gerade Segmente sind, wobei die wenigstens zehn Segmente in einer solchen Weise räumlich angeordnet sind, dass keine der benachbarten und verbundenen Segmente ein anderes längeres gerades Segment bilden und wobei keine der Segmente sich miteinander schneiden außer optional an den Spitzen an der Kurve.

55. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 54, wobei die Ecken, die durch jedes Paar von benachbarten Segmenten gebildet sind, abgerundet oder in anderer Weise geglättet sind.

56. Antenne nach einem der Ansprüche 40 bis 55, wobei der Umfang des Patches als die raumfüllende Kurve gestaltet ist und ein Schlitz oder eine Öffnung in dem Patch vorgesehen ist, wobei der Schlitz oder der Öffnungsumfang als die raumfüllende Kurve gestaltet ist.

57. Ein Satz von raumfüllenden Antennen gemäß einem der Ansprüche 40 bis 56, wobei die Mehrzahl der Antennen mit einem Signal bei einer gegebenen Frequenz gespeist werden und ein Array von raumfüllenden Kurven-Antennen bilden oder wobei wenigstens zwei der Antennen des Antennensatzes mit verschiedenen Frequenzen arbeiten, um eine Abdeckung für verschiedene Kommunikationsdienste zu liefern, wobei die Antennen in irgendeiner der beschriebenen Konfigurationen gleichzeitig mittels jeweils eines Verteiler- oder Diplexernetzwerks gespeist werden können.

58. Mobiles Kommunikationsgerät mit einer Antenne gemäß einem der Ansprüche 40 bis 56 oder ei-

nem Satz von Antennen nach Anspruch 57.

59. Mobiles Kommunikationsgerät nach Anspruch 58, wobei das Gerät ein Mobiltelefon ist.

60. Mobiles Kommunikationsgerät nach Anspruch 58, wobei das Gerät ein Mobilpager, ein tragbarer Computer oder ein Datenverarbeitungsgerät ist.

61. Mobiles Kommunikationsgerät nach einem der Ansprüche 58 bis 60, wobei das Gerät ausgebildet ist, in dem GSM 900-Standard zu arbeiten.

62. Mobiles Kommunikationsgerät nach einem der Ansprüche 58 bis 61, wobei das Gerät ausgebildet ist, in dem GSM 1800-Standard zu arbeiten.

63. Mobiles Kommunikationsgerät nach einem der Ansprüche 58 bis 62, wobei das Gerät ausgebildet ist, in dem UMTS-Standard zu arbeiten.

64. Eine Antenne, wobei wenigstens ein Teil der Antenne als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wobei die raumfüllende Kurve eine Kurve ist, die eine Boxcounting-Dimension größer als eins hat und die Kurve nicht konstruierbar ist, mit einem iterierten Funktionssystem oder mit einem Multireduktions-Kopiermaschinen Algorithmus.

65. Antenne nach Anspruch 64, wobei die Antenne eine Größe hat, so dass die Antenne in eine Sphäre passt, die einen Radius hat, der gleich der Betriebswellenlänge der Antenne geteilt durch 2 TT ist.

66. Antenne nach einem der Ansprüche 64 oder 65, wobei die raumfüllende Kurve aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist, die einen nichtperiodischen Teil der Kurve bilden, wobei:
jedes der Segmente kürzer als ein Zehntel der Freiraumbetriebs-Wellenlänge der Antenne ist;
wobei die Segmente räumlich in einer solchen Weise angeordnet sind, dass keine der Segmente zusammen mit einem benachbarten Segment ein längeres gerades Segment bilden;
keines der Segmente schneidet sich mit einem anderen der Segmente mit Ausnahme optionaler Weise an den Enden der Kurve;
wobei, falls diese Kurve periodisch entlang einer festen geraden Raumrichtung ist, ist die entsprechende Periode definiert durch den nichtperiodischen Teil, der aus wenigstens zehn verbundenen Segmenten zusammengesetzt wird, wobei keine dieser verbundenen Segmente zusammen mit einem benachbarten Segment ein gerades längeres Segment bilden.

67. Antenne nach Anspruch 66, wobei die wenigstens zehn verbundenen Segmente, die die raumfüllende Kurve bilden, gerade Segmente sind.

68. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 67, wobei die raumfüllende Kurve eine Mehrzahl von Segmenten umfasst, die von Ecken getrennt werden.

69. Antenne nach Anspruch 68, wobei die Ecken winkelig sind.

70. Antenne nach Anspruch 68, wobei die Ecken gekrümmt sind.

71. Antenne nach Anspruch 68, wobei die Ecken gerundet oder sonst wie geglättet sind.

72. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 71, wobei die raumfüllende Kurve eine Mehrzahl von Segmenten umfasst, wobei nicht alle dieser Segmente die gleiche Länge haben.

73. Antenne nach einem der Ansprüche 64 oder 65, wobei die raumfüllende Kurve wenigstens neun Faltungen umfasst.

74. Antenne nach Anspruch 73, wobei sich kein Teil der raumfüllenden Kurve mit einem anderen Teil der Kurve schneidet, mit Ausnahme optionaler Weise an den Enden der Kurve, wobei falls die Kurve periodisch entlang einer festen geraden Raumrichtung ist, die entsprechende Periode definiert wird durch einen nichtperiodischen Teil der wenigstens neun Faltungen beinhaltet.

75. Antenne nach Anspruch 73 oder 74, wobei der Abstand zwischen zwei benachbarten Faltungen kürzer ist als ein Zehntel der Betriebsfreiraumwellenlänge der Antenne.

76. Antenne nach einem der Ansprüche 73 bis 75, wobei der Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Faltungen nicht der gleiche für alle Gruppen von zwei aufeinander folgenden Faltungen der raumfüllenden Kurve ist.

77. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 76, wobei die Boxcounting-Dimension berechnet wird als die Steigung eines geraden Teils eines Log-Log-Graphs, wobei der gerade Teil im Wesentlichen definiert ist als ein gerades Segment über wenigstens eine Oktave von Skalen auf der horizontalen Achse des Log-Log-Graphs.

78. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 77, wobei die raumfüllende Kurve auf ein dielektrisches Substrat gedruckt ist.

79. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 78, wobei kein Teil der raumfüllenden Kurve einen anderen Teil der raumfüllenden Kurve schneidet.

80. Antenne gemäß einem der Ansprüche 64 bis 78, wobei die raumfüllende Kurve sich selber an ih-

rem Anfang und Ende schneidet.

81. Antenne gemäß einem der Ansprüche 64 bis 80, wobei die raumfüllende Kurve als Hilbert-Kurve gestaltet ist.

82. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 80, wobei die raumfüllende Kurve als HilbertZZ-Kurve gestaltet ist.

83. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 80, wobei die raumfüllende Kurve als Peano-Kurve gestaltet ist.

84. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Umfangs der Antenne umfasst.

85. Antenne gemäß einem der Ansprüche 64 bis 84, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil eines Schlitzes in einer abstrahlenden Oberfläche der Antenne umfasst.

86. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Dipol-Antenne ist, die zwei leitende oder supraleitende Arme umfasst, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil von wenigstens einem der Arme des Dipols umfasst.

87. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Monopol-Antenne ist, die einen abstrahlenden Arm und ein Erdungsgegenstück umfasst, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Arms umfasst.

88. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Schlitz-Antenne ist, die wenigstens eine leitende oder supraleitende Oberfläche umfasst, wobei die Oberfläche einen Schlitz beinhaltet, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Schlitzes umfasst.

89. Antenne nach Anspruch 88, wobei der Schlitz gefüllt oder von einem dielektrischen Substrat gestützt ist.

90. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Schleifen-Antenne ist, die einen leitenden oder supraleitenden Draht umfasst, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Drahtes, der die Schleife bildet, umfasst.

91. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Schleifen-Antenne ist, die

eine leitende oder supraleitende Oberfläche mit einer Schlitz- oder einer Lücken-Schleife eingepreßt in die leitende oder supraleitende Oberfläche umfasst, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil der Schlitz- oder Lücken-Schleife umfasst.

92. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Patch-Antenne ist, die wenigstens eine leitende oder supraleitende Erdungsebene und einen leitenden oder supraleitenden Patch umfasst, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Patchumfangs umfasst.

93. Antenne gemäß einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Patch-Antenne ist, die wenigstens eine leitende oder supraleitende Erdungsebene und einen leitenden oder supraleitenden Patch umfasst, wobei der Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Umfangs eines Schlitzes des Patches oder einer Öffnung in dem Patch fasst.

94. Antenne nach einem der Ansprüche 92 oder 93, wobei der Abstand zwischen dem Patch und der Erdungsebene geringer ist als ein Viertel der Betriebswellenlänge.

95. Antenne nach einem der Ansprüche 92 bis 94, weiterhin beinhaltend ein verlustarmes dielektrisches Substrat zwischen dem Patch (30) und der Erdungsebene (31).

96. Antenne nach Anspruch 95, wobei das verlustarme dielektrische Substrat (10) ein Glasfaser- oder ein Teflon®-Substrat ist.

97. Antenne nach einem der Ansprüche 92 bis 96, weiterhin umfassend eine Speiseanordnung, die ein koaxiales Kabel umfasst, das einen äußeren Leiter hat, der an die Erdungsebene angeschlossen ist und einen inneren Leiter, der an den Patch angeschlossen ist.

98. Antenne nach einem der Ansprüche 92 bis 97, weiterhin umfassend eine Speiseanordnung, die einen Mikrostreifen-Übertragungsleiter umfasst.

99. Antenne nach Anspruch 98, wobei der Mikrostreifen-Übertragungsleiter sich die Erdungsebene mit der Antenne teilt und einen Streifen umfasst, der kapazitiv an den Patch gekoppelt ist und in einem Abstand unterhalb von dem Patch angeordnet ist.

100. Antenne nach Anspruch 98, wobei der Mikrostreifen-Übertragungsleiter einen Streifen umfasst, der unterhalb der Erdungsebene angeordnet ist und an den Patch durch einen Schlitz gekoppelt ist.

101. Antenne nach Anspruch 98, wobei der Mikrostreifen-Übertragungsleiter einen Streifen koplanar zu dem Patch umfasst.

102. Antenne nach Anspruch 92 bis 101, wobei der Patch **(30)** parallel zu der Erdungsebene angeordnet ist.

103. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 83, wobei die Antenne eine Apertur-Antenne ist, die wenigstens eine leitende oder supraleitende Oberfläche und eine Öffnung in der Oberfläche umfasst, wobei der wenigstens eine Teil, der als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wenigstens einen Teil des Umfangs der Öffnung umfasst.

104. Antenne nach Anspruch 103, wobei die Öffnung gefüllt ist oder von einem dielektrischen Substrat gestützt ist.

105. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 104, wobei die raumfüllende Kurve **(25)** auf eine gekrümmte Oberfläche geschmiegt ist.

106. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 105, wobei die raumfüllende Kurve **(25)** auf eine ebene Oberfläche geschmiegt ist.

107. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 106, wobei die Antenne ausgebildet ist, wenigstens einen der folgenden Telekommunikationsdienste abzudecken: GSM900, GSM1800, UMTS.

108. Antenne nach Anspruch 107, wobei die Antenne ausgebildet ist, wenigstens die folgenden Telekommunikationsdienste abzudecken: GSM900, GSM1800 und UMTS.

109. Antenne nach Anspruch 107, wobei die Antenne ausgebildet ist, den UMTS-Telekommunikationsdienst abzudecken.

110. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 109, wobei die Betriebswellenlänge der Betriebswellenlänge eines Mobiltelefonsystems entspricht.

111. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 110, wobei die Antenne eine Erdungsebene umfasst, welche eine metallische Struktur in einem tragbaren Telefon ist.

112. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 111, wobei die Antenne in einem Gerät für Mobilkommunikation angeordnet ist.

113. Antenne nach Anspruch 112, wobei die Antenne in einem Mobiltelefon eingebaut ist.

114. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 113, wobei die raumfüllende Kurve nichtperiodisch

entlang einer geraden Linie ist.

115. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 114, wobei die Antenne ein abstrahlendes Element umfasst, das kleiner als das abstrahlende Element einer entsprechenden konventionellen Antenne ist, bei der nicht ein Teil ihres abstrahlenden Elements als raumfüllende Kurve gestaltet ist und deren Betriebsfrequenz dieselbe ist.

116. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 114, wobei die Antenne ein abstrahlendes Element hat, das eine niedrigere Resonanzfrequenz hat, als ein abstrahlendes Element einer entsprechenden konventionellen Antenne, bei der nicht ein Teil des abstrahlenden Elements als raumfüllende Kurve gestaltet ist, wobei beide abstrahlenden Elemente dieselbe Größe haben.

117. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 116 weiterhin beinhaltend ein Netzwerk zwischen einem abstrahlenden Element und einem Eingangsverbinder der Antenne, wobei das Netzwerk ein Anpassungsnetzwerk, ein Impedanzwandlernetzwerk oder ein Balunnetzwerk ist.

118. Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 117, wobei die Antenne für einen Multiband-Betrieb ausgebildet ist.

119. Ein Satz von Antennen, umfassend eine Mehrzahl von Antennen gemäß einem der Ansprüche 64 bis 118, wobei die Mehrzahl der Antennen ausgebildet sind, um mit einem Signal bei einer gegebenen Frequenz gespeist zu werden und ein Array von Antennen bilden und/oder wenigstens zwei der Antennen ausgebildet sind bei verschiedenen Frequenzen zu arbeiten, um eine Abdeckung für verschiedene Kommunikationsdienste zu liefern.

120. Satz von Antennen nach Anspruch 119, wobei die Antennen ausgebildet sind, gleichzeitig mittels eines Verteiler- oder Diplexernetzwerks gespeist zu werden.

121. Ein Gerät für Mobilkommunikation, das mit einer Antenne nach einem der Ansprüche 64 bis 118 versehen ist oder mit einem Satz von Antennen nach einem der Ansprüche 119 oder 120.

122. Gerät nach Anspruch 121, wobei das Gerät ein Mobiltelefon ist.

123. Gerät nach Anspruch 121, wobei das Gerät ein Mobilpager oder ein tragbarer Computer ist.

Es folgen 25 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

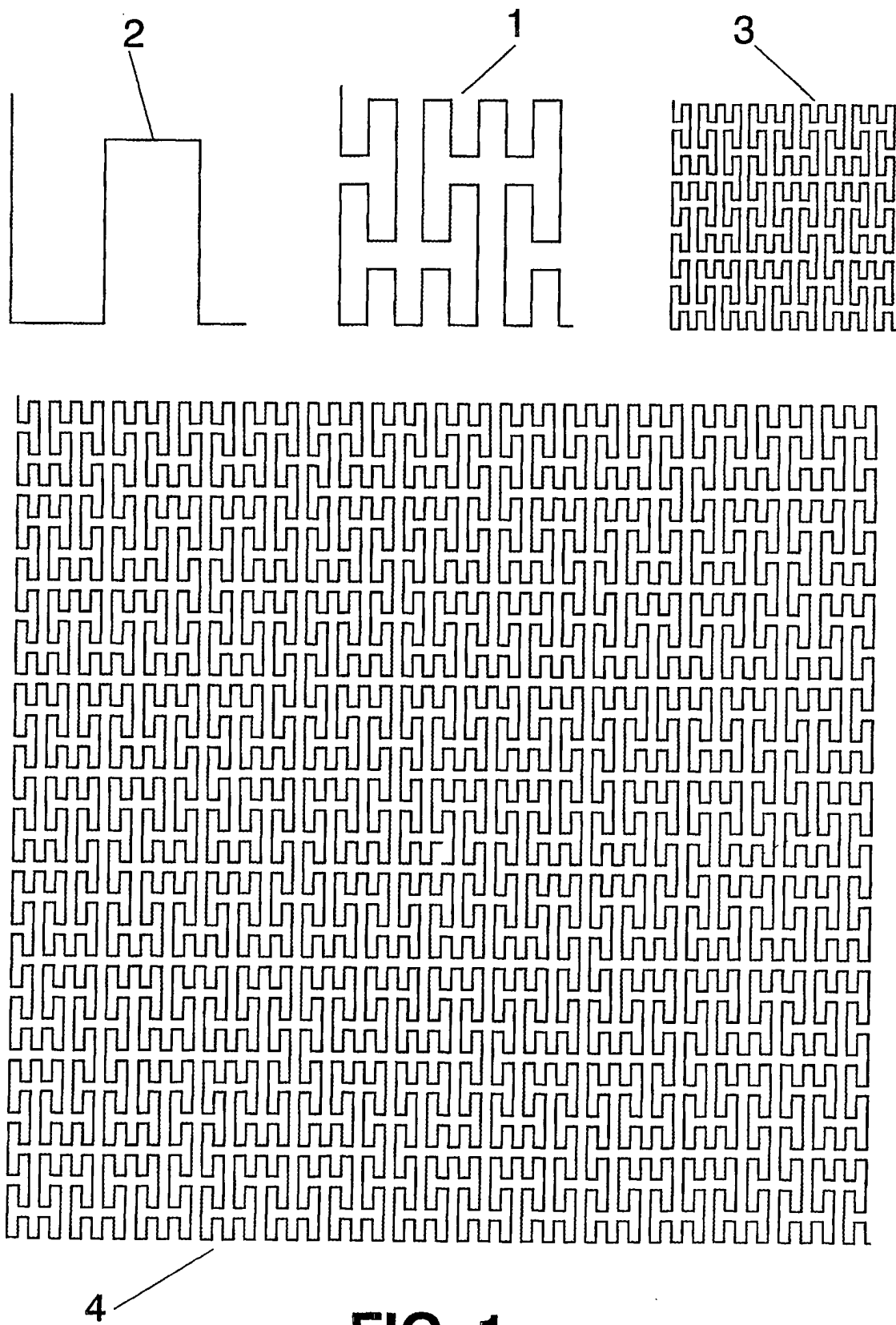


FIG. 1

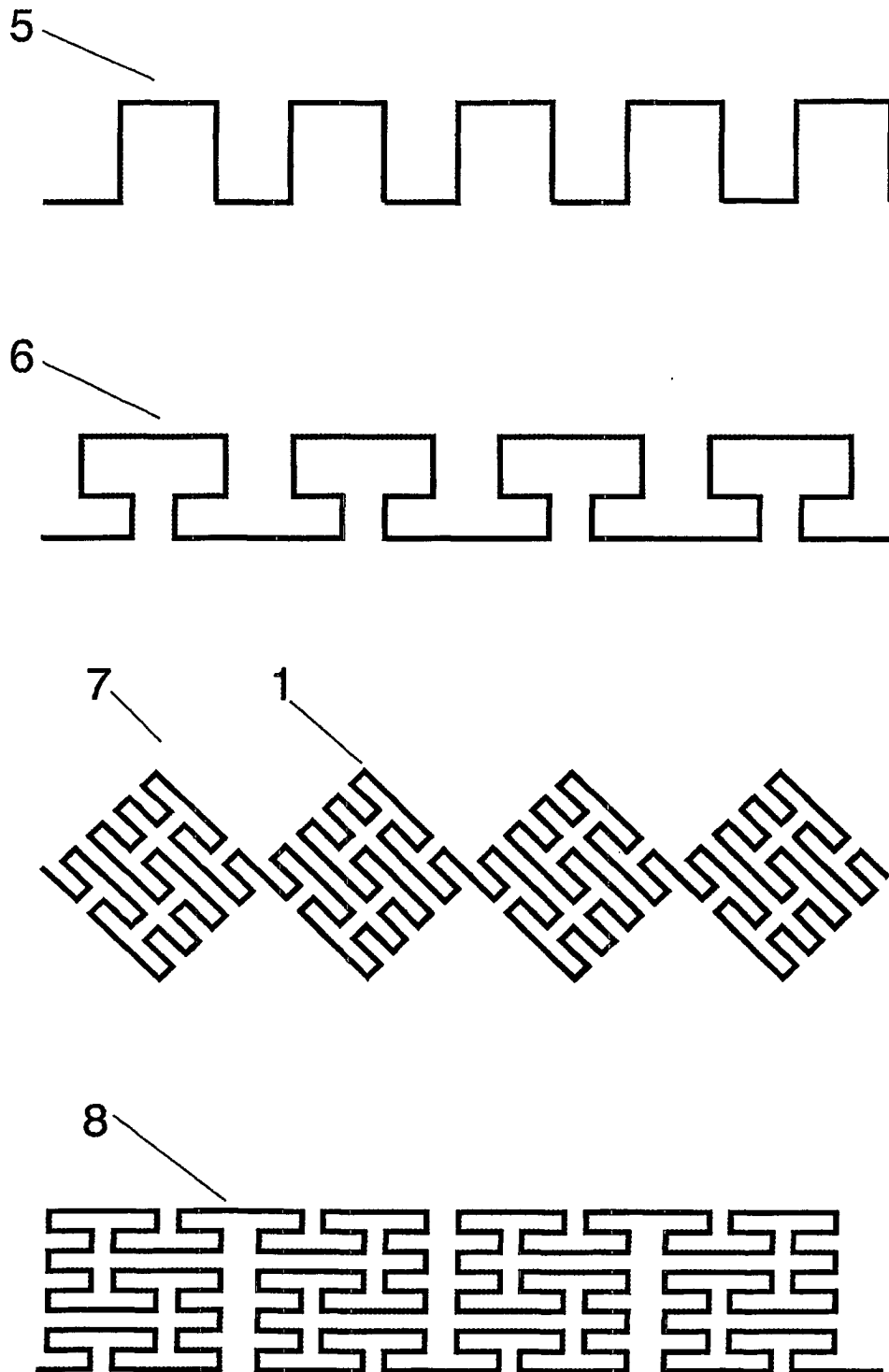


FIG. 2

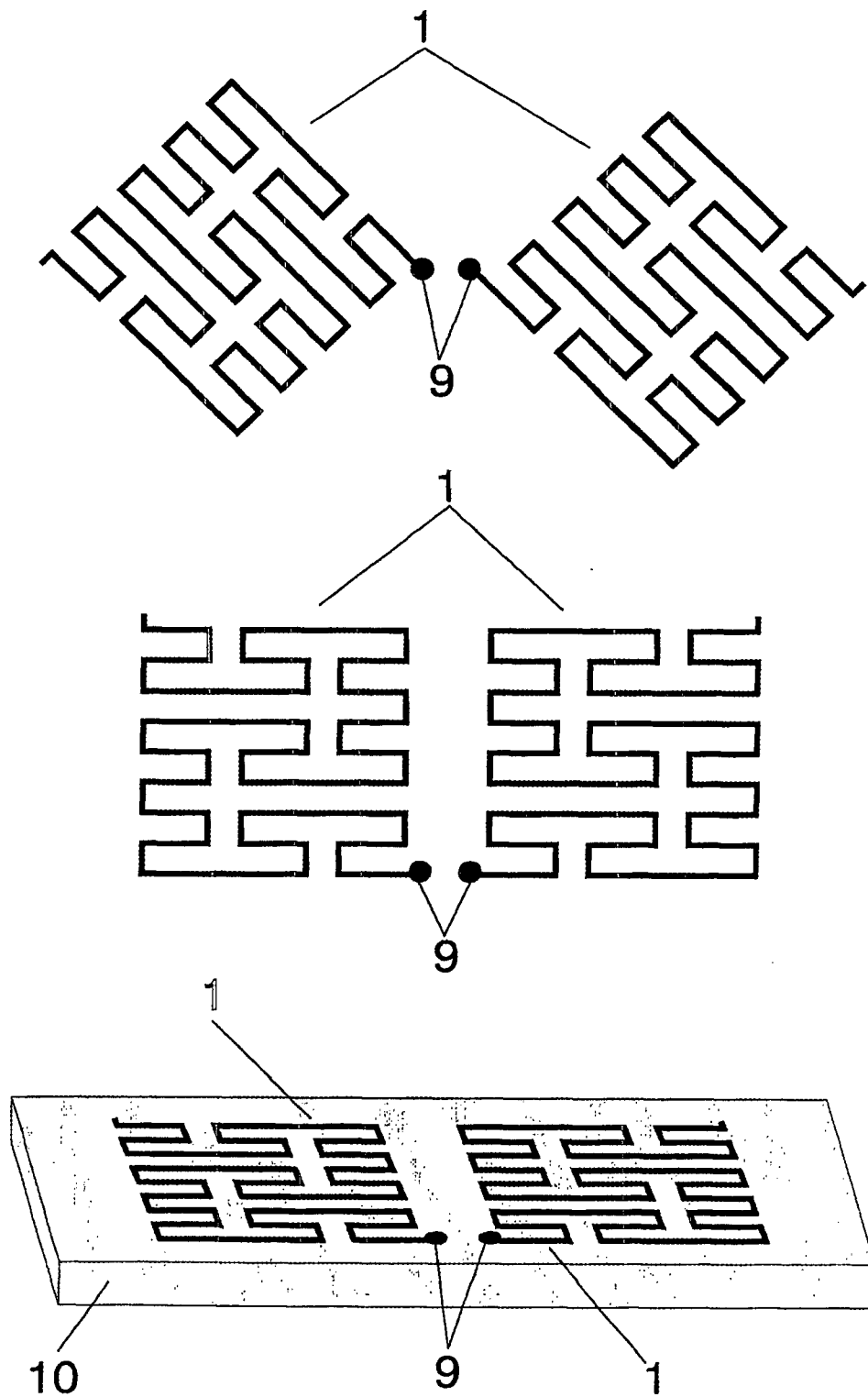


FIG. 3

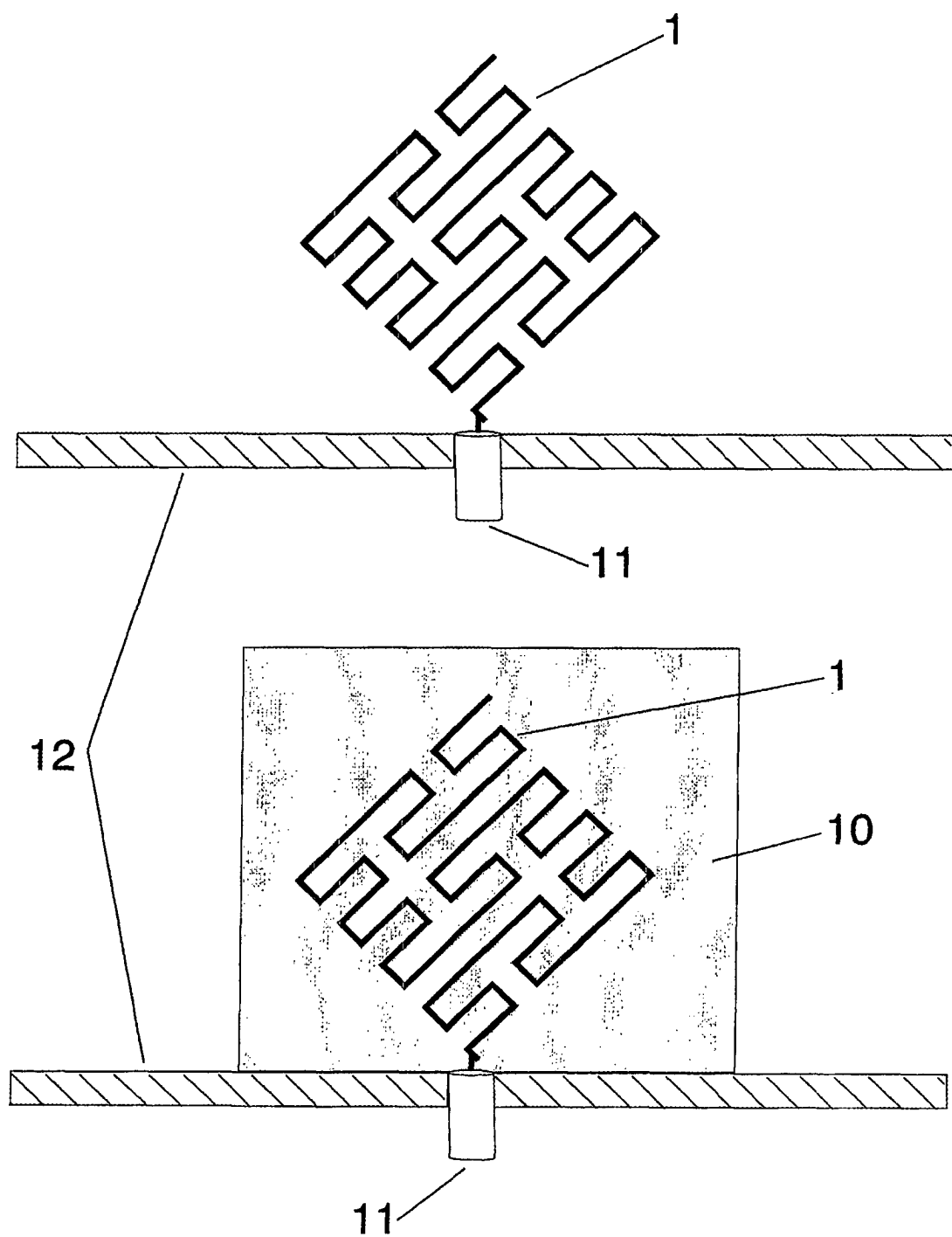


FIG. 4

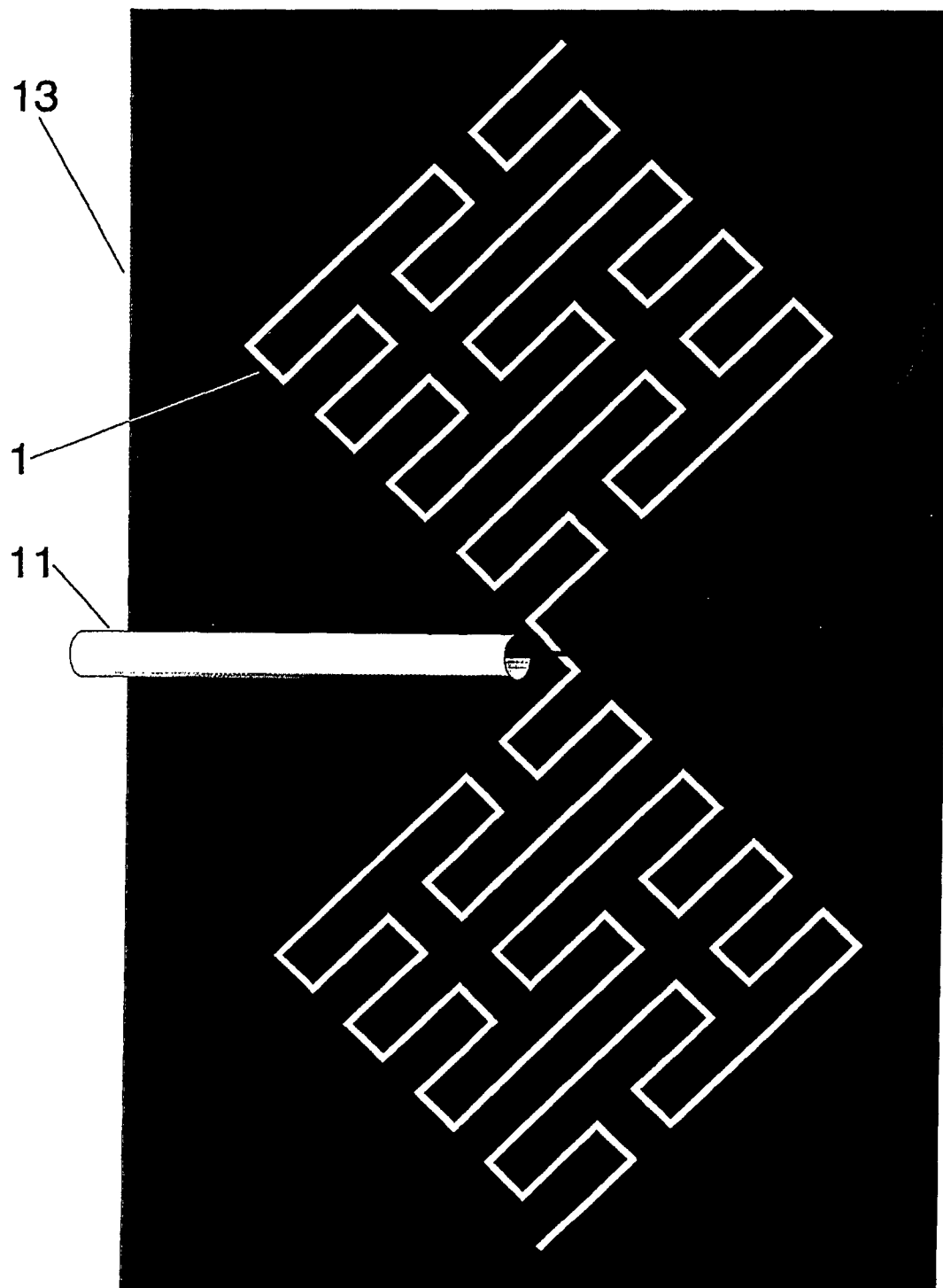
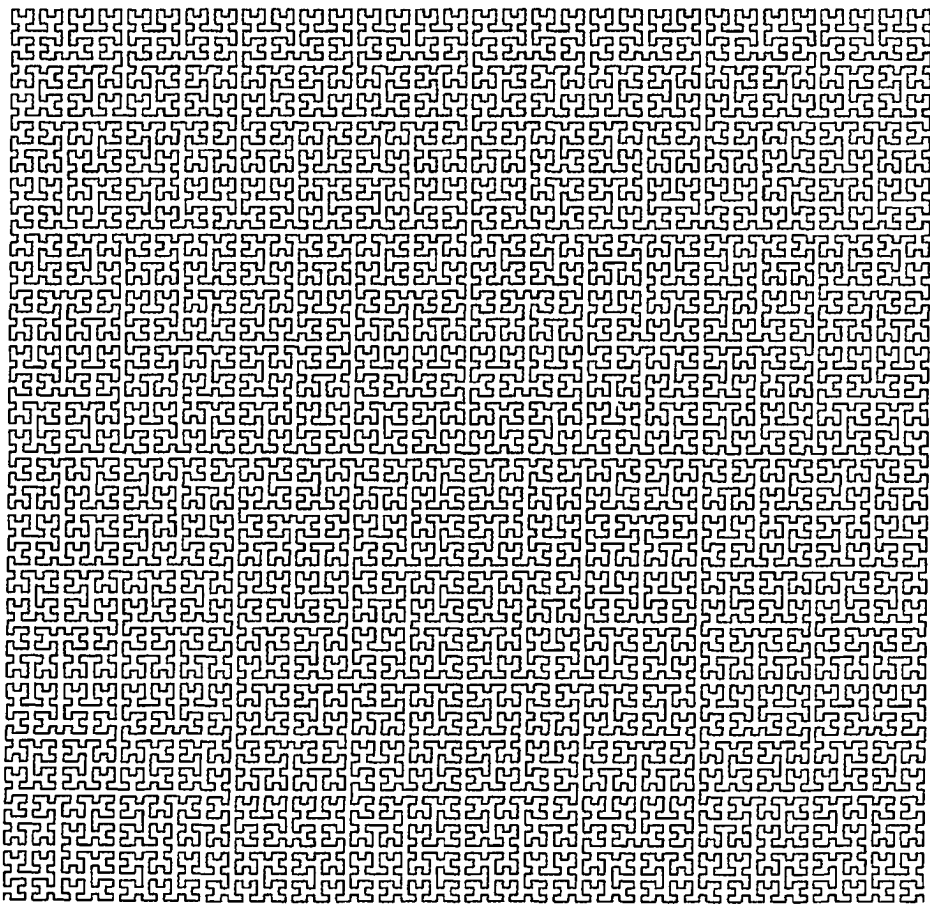
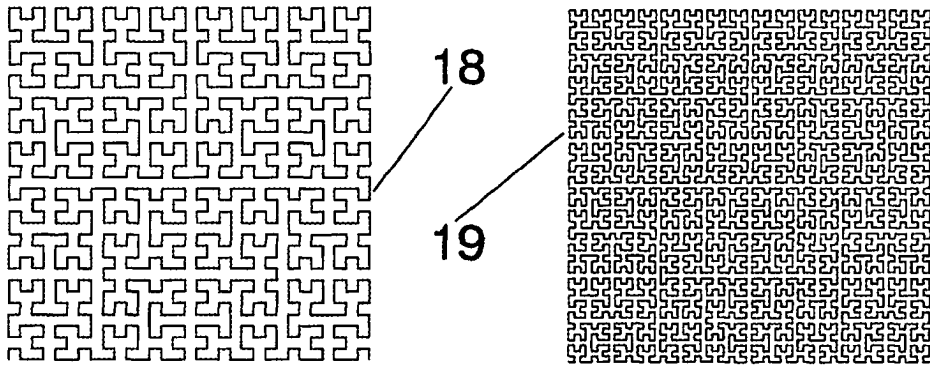
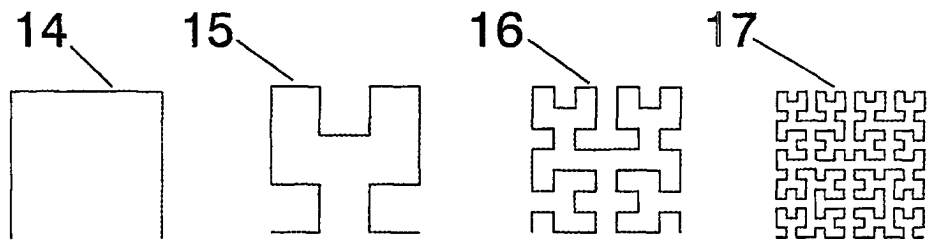


FIG. 5



20 **FIG. 6**

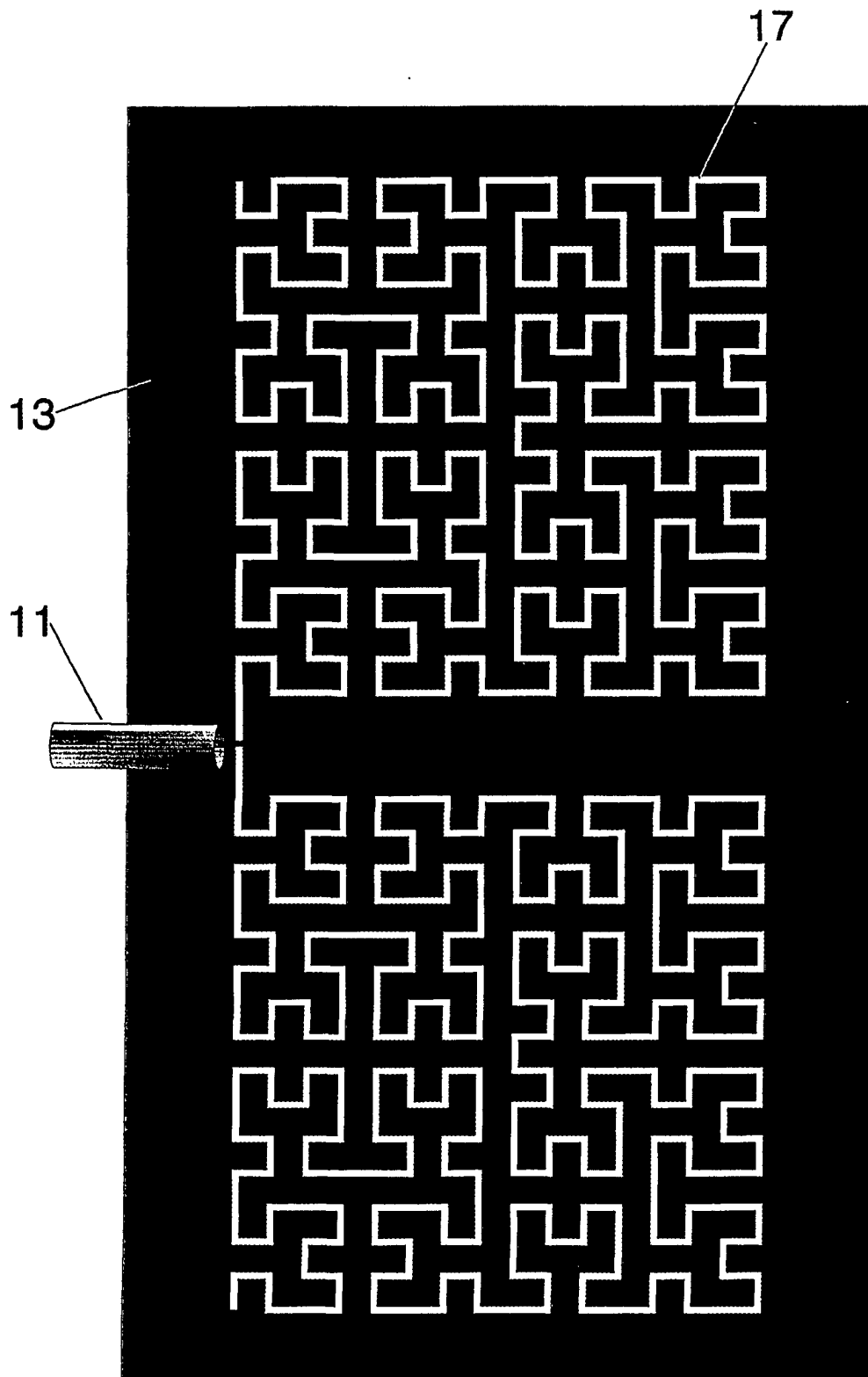


FIG. 7

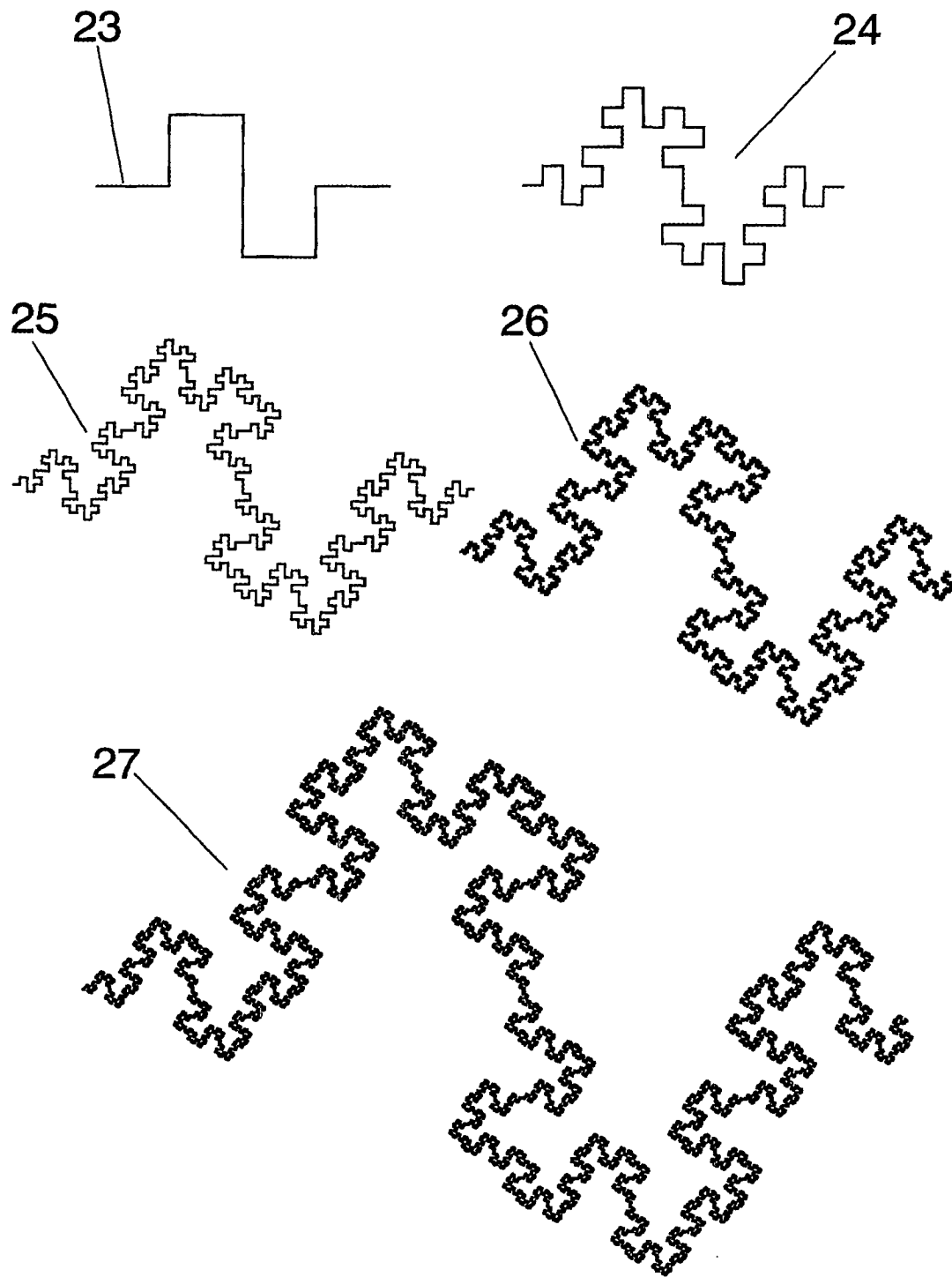


FIG. 8

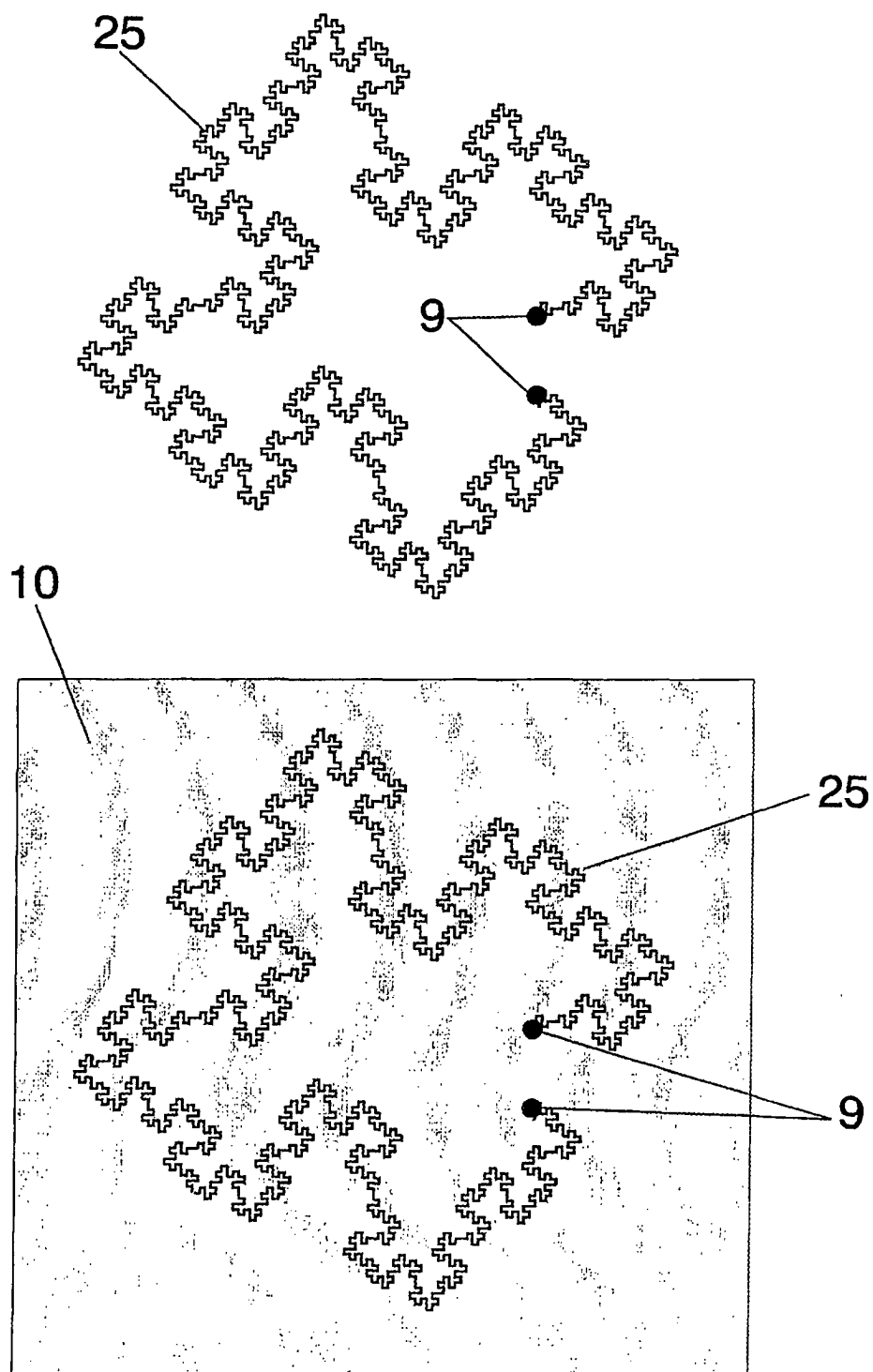


FIG. 9

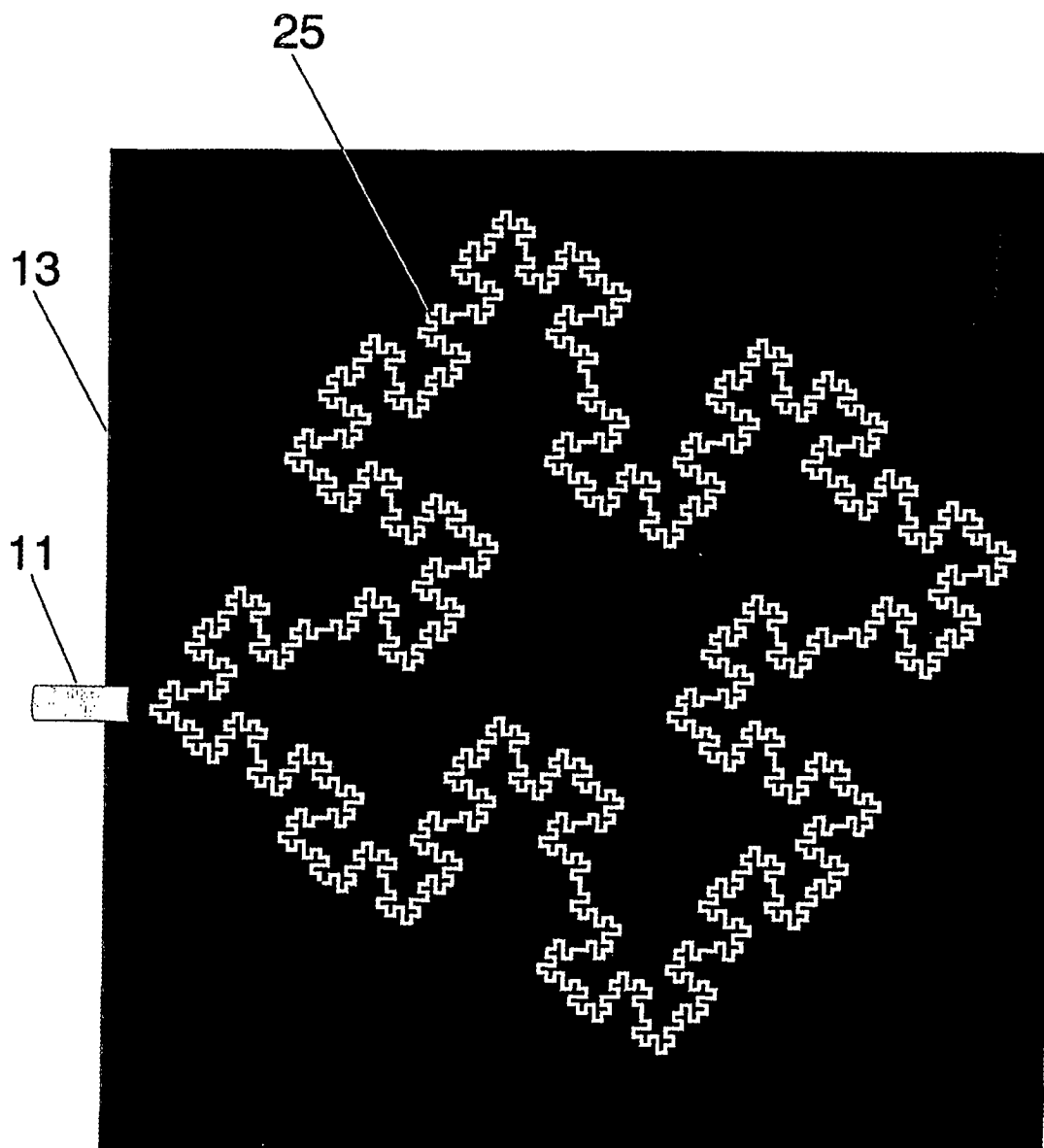


FIG. 10

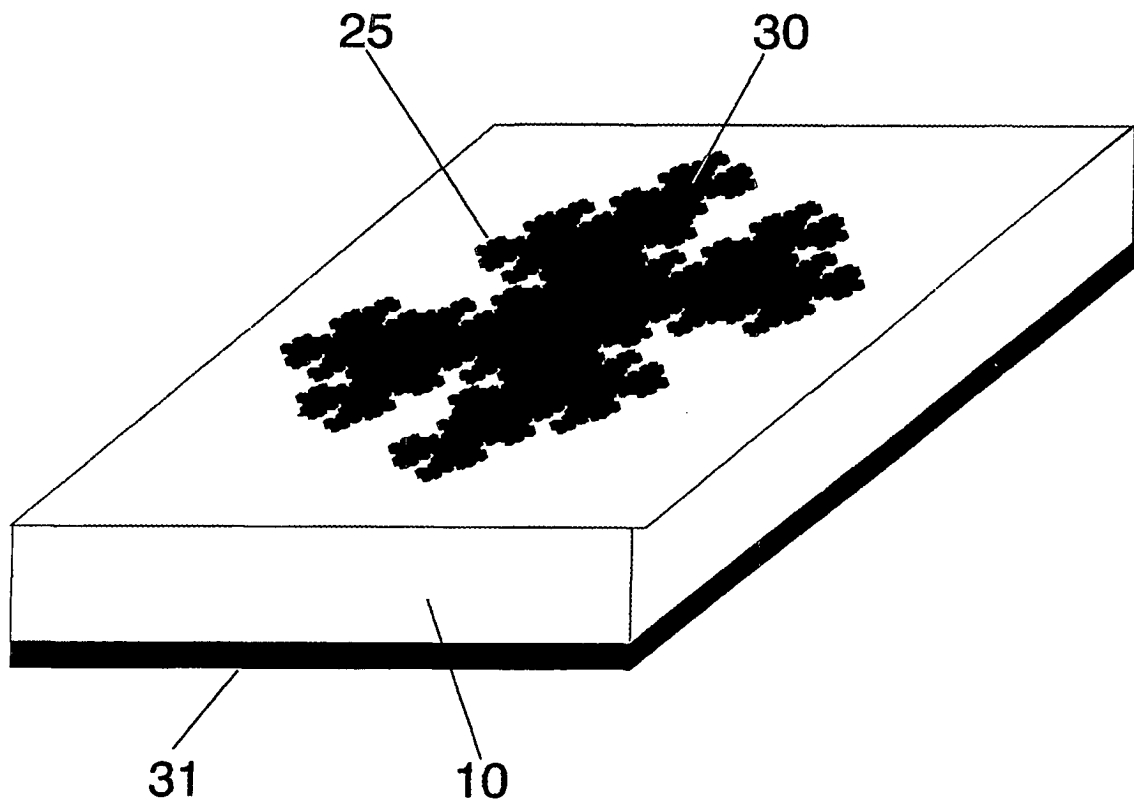


FIG. 11

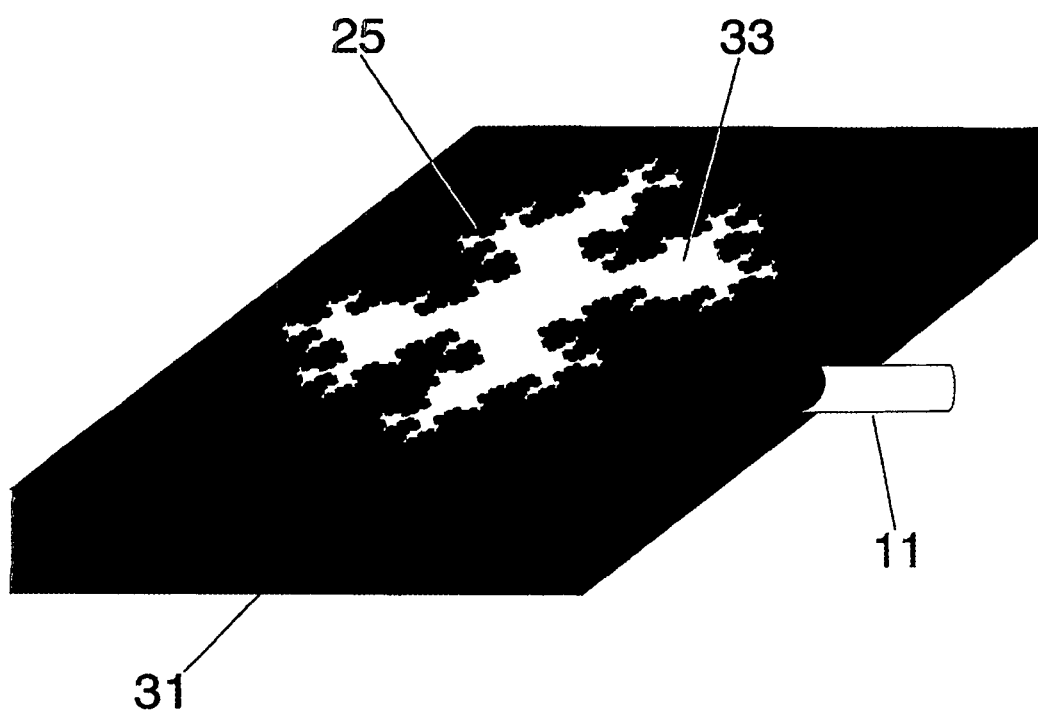


FIG. 12

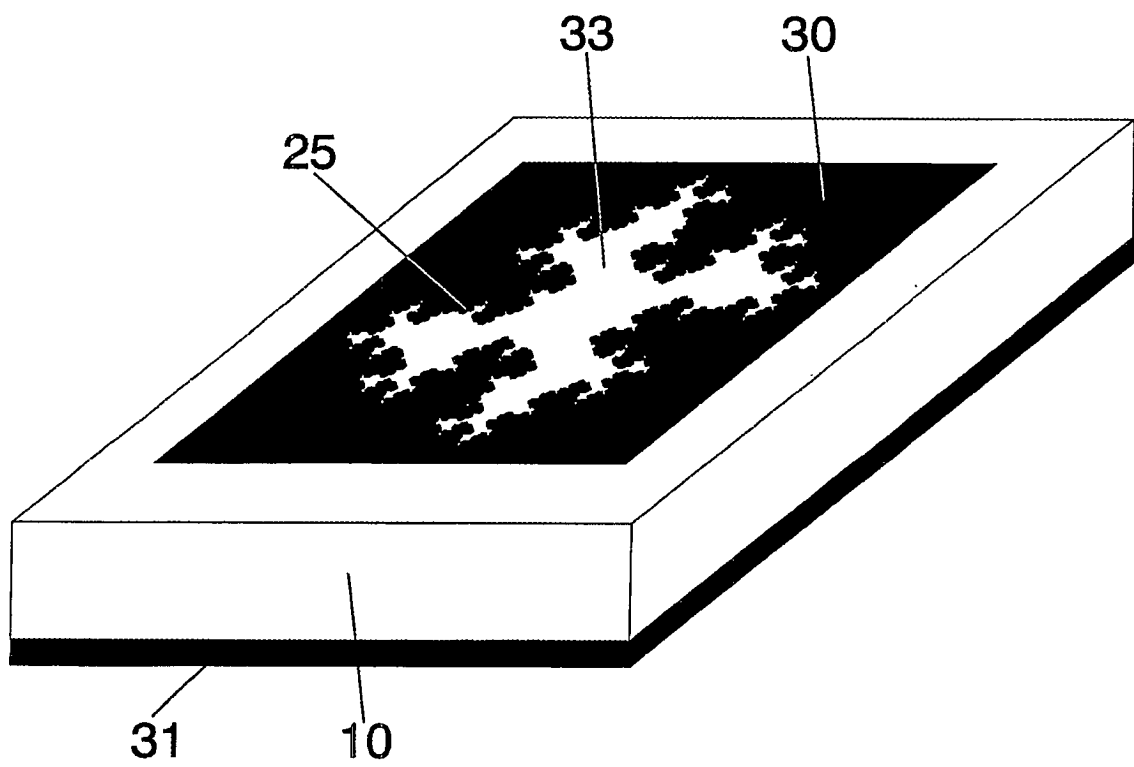


FIG. 13

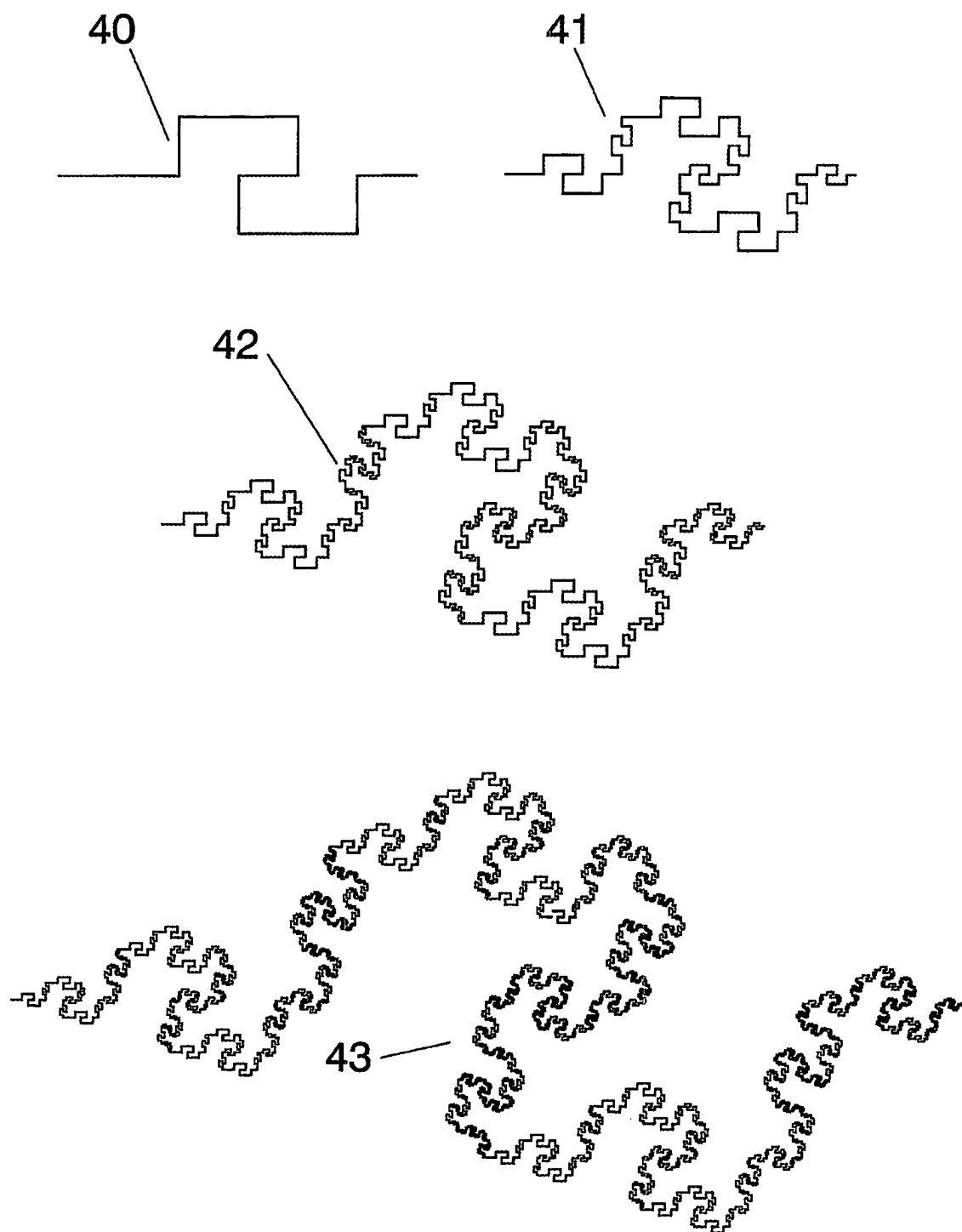


FIG. 14

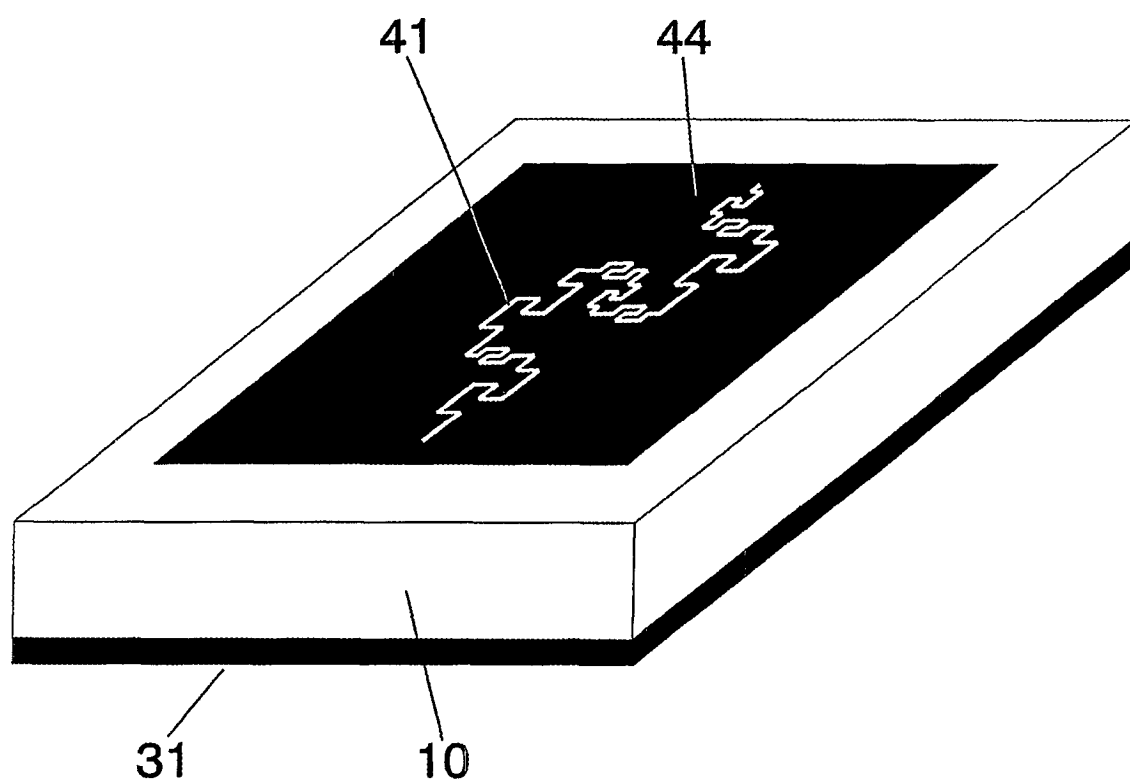


FIG. 15

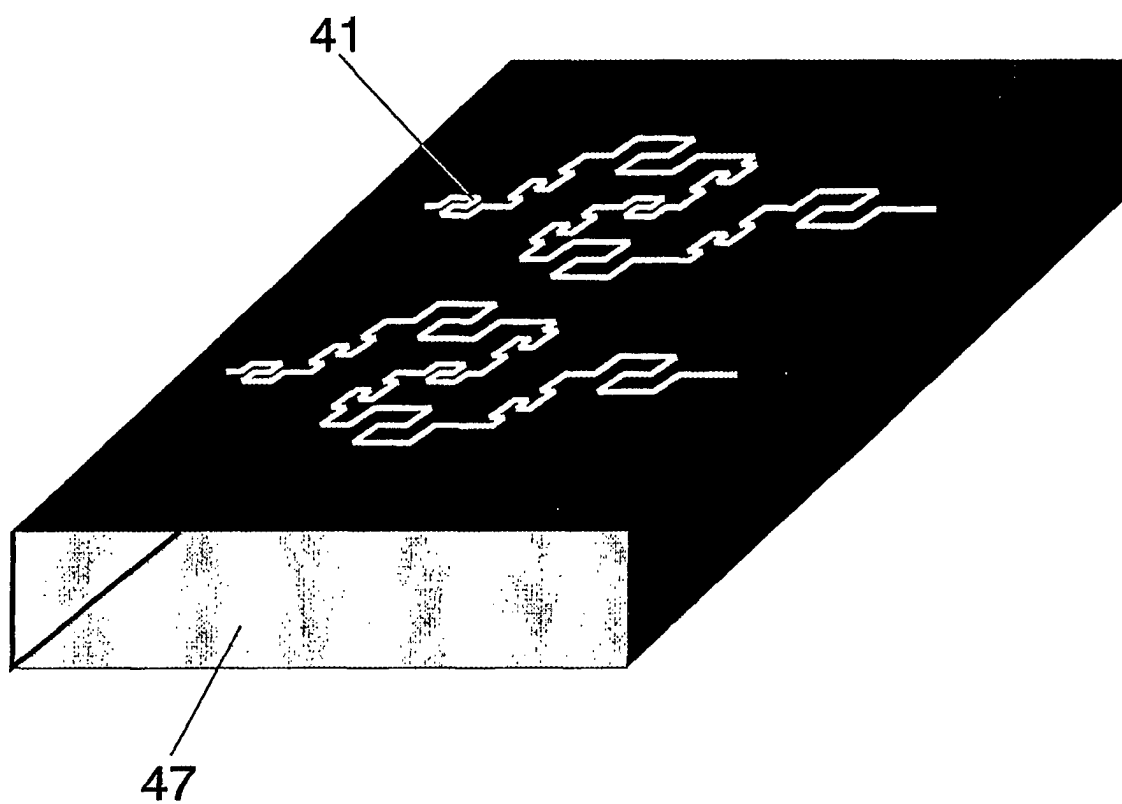


FIG. 16

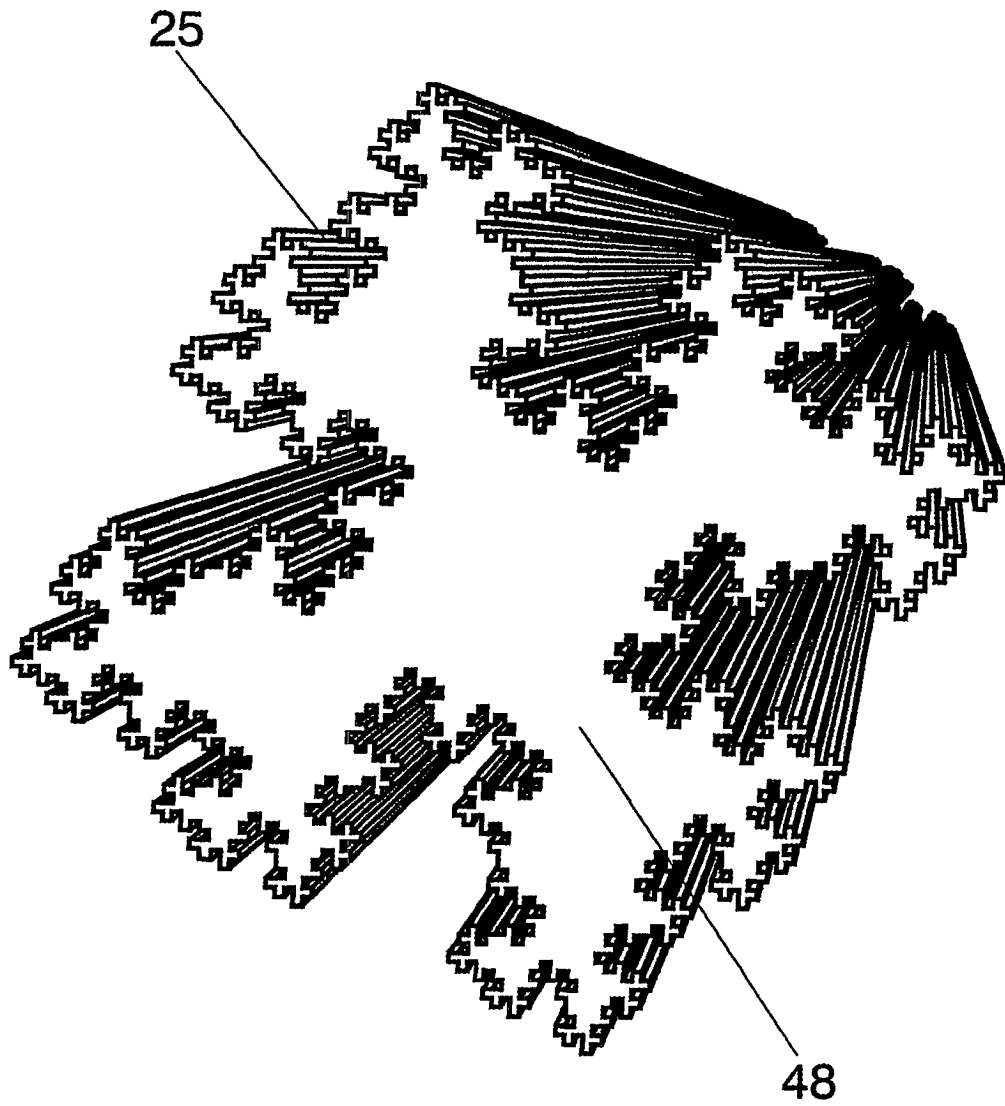


FIG. 17

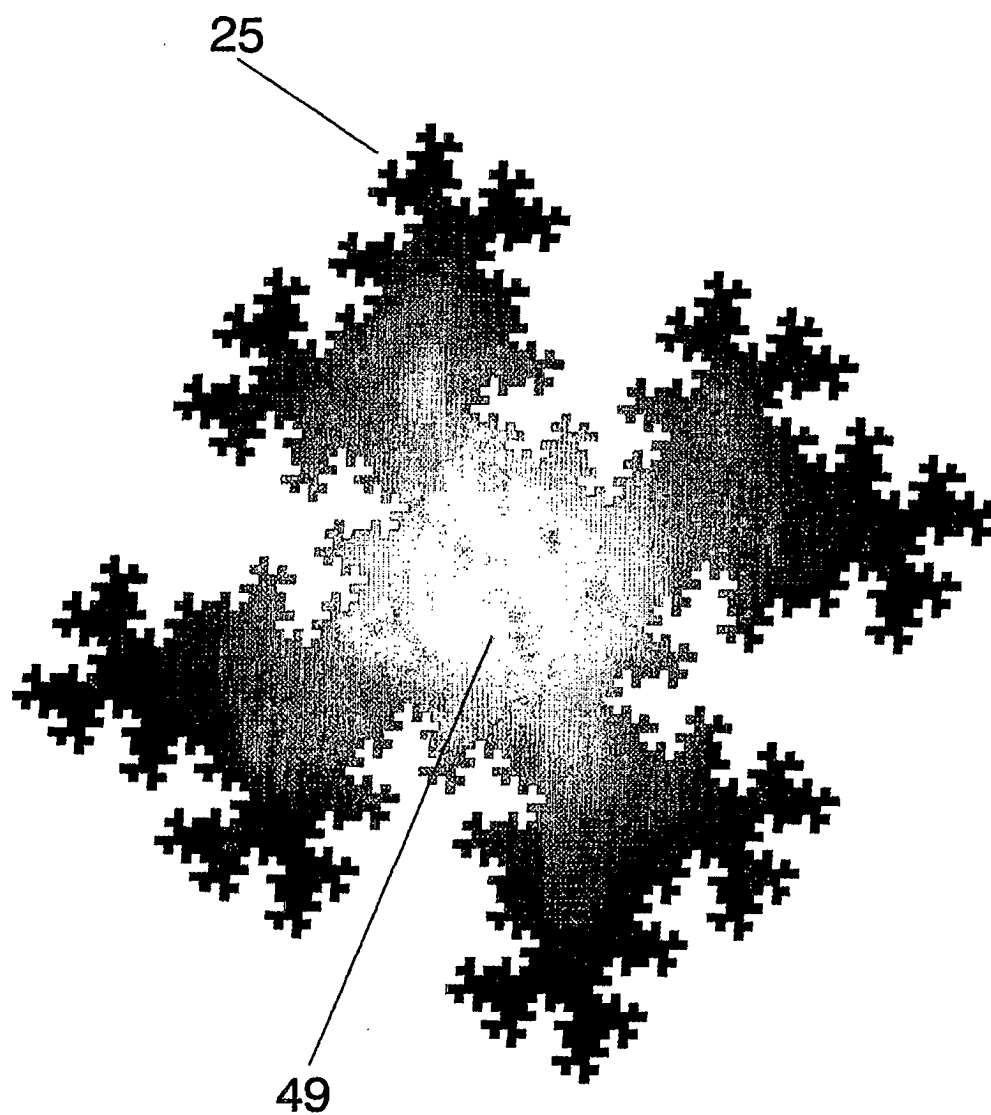


FIG. 18

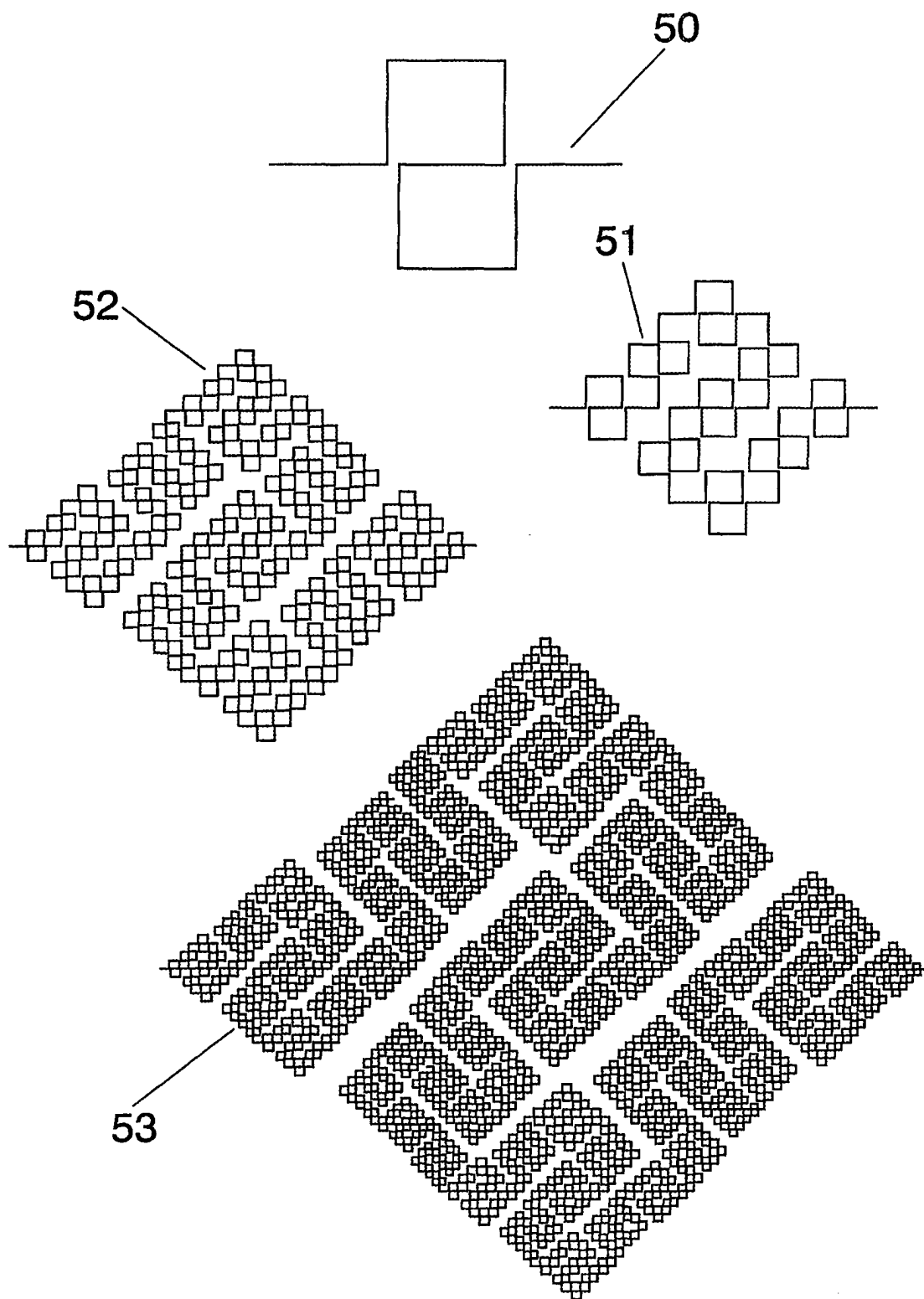


FIG. 19

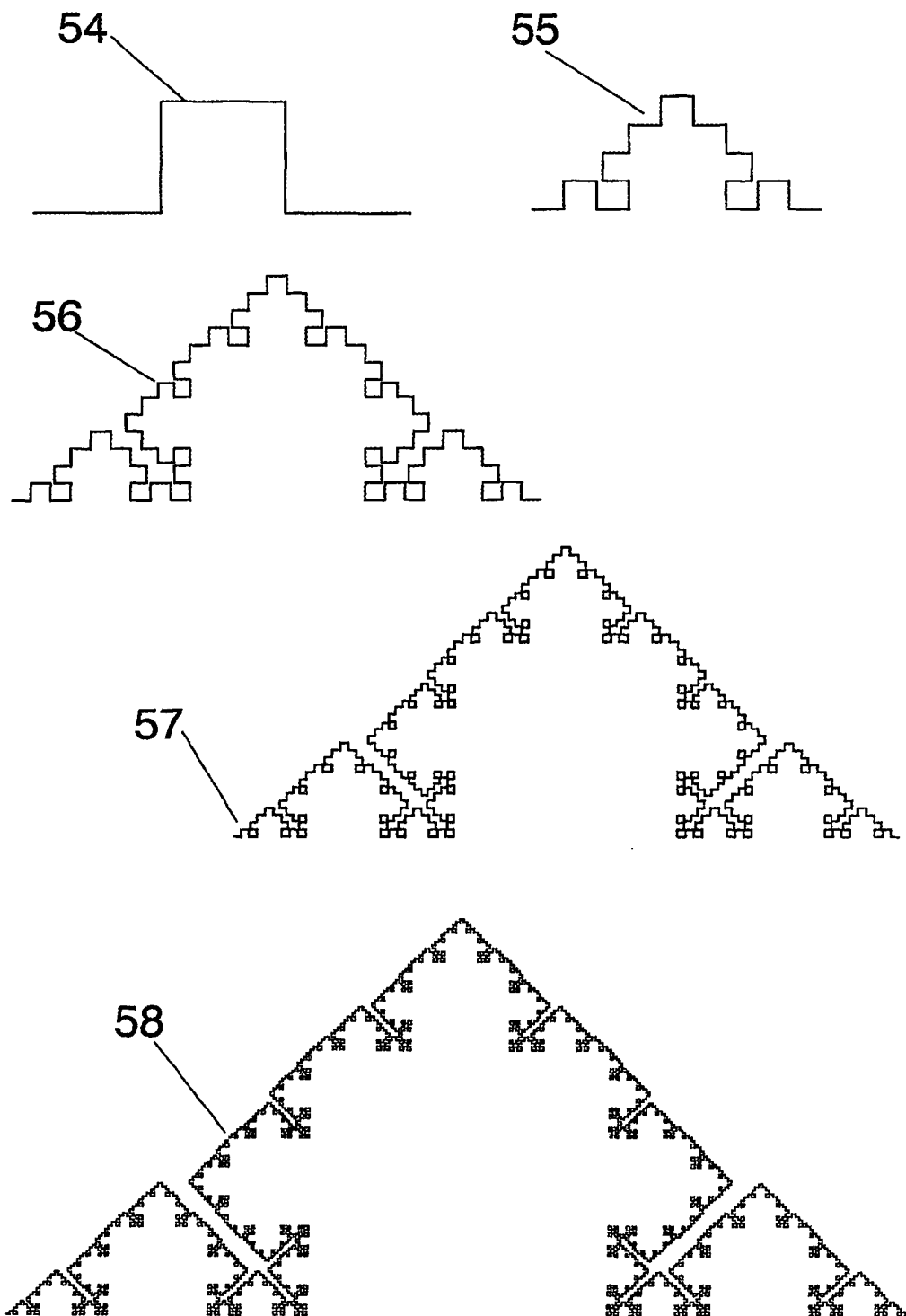


FIG. 20

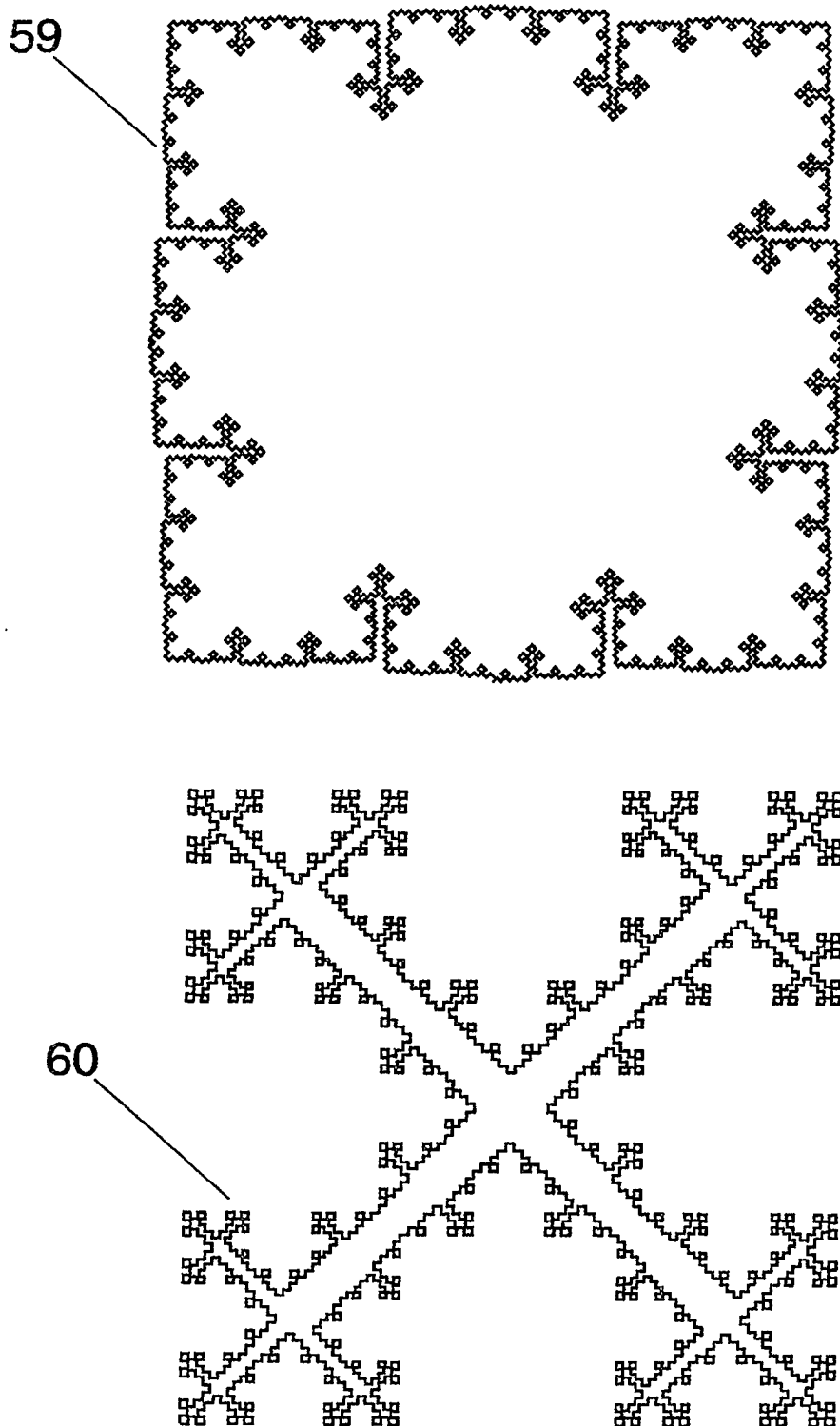


FIG. 21

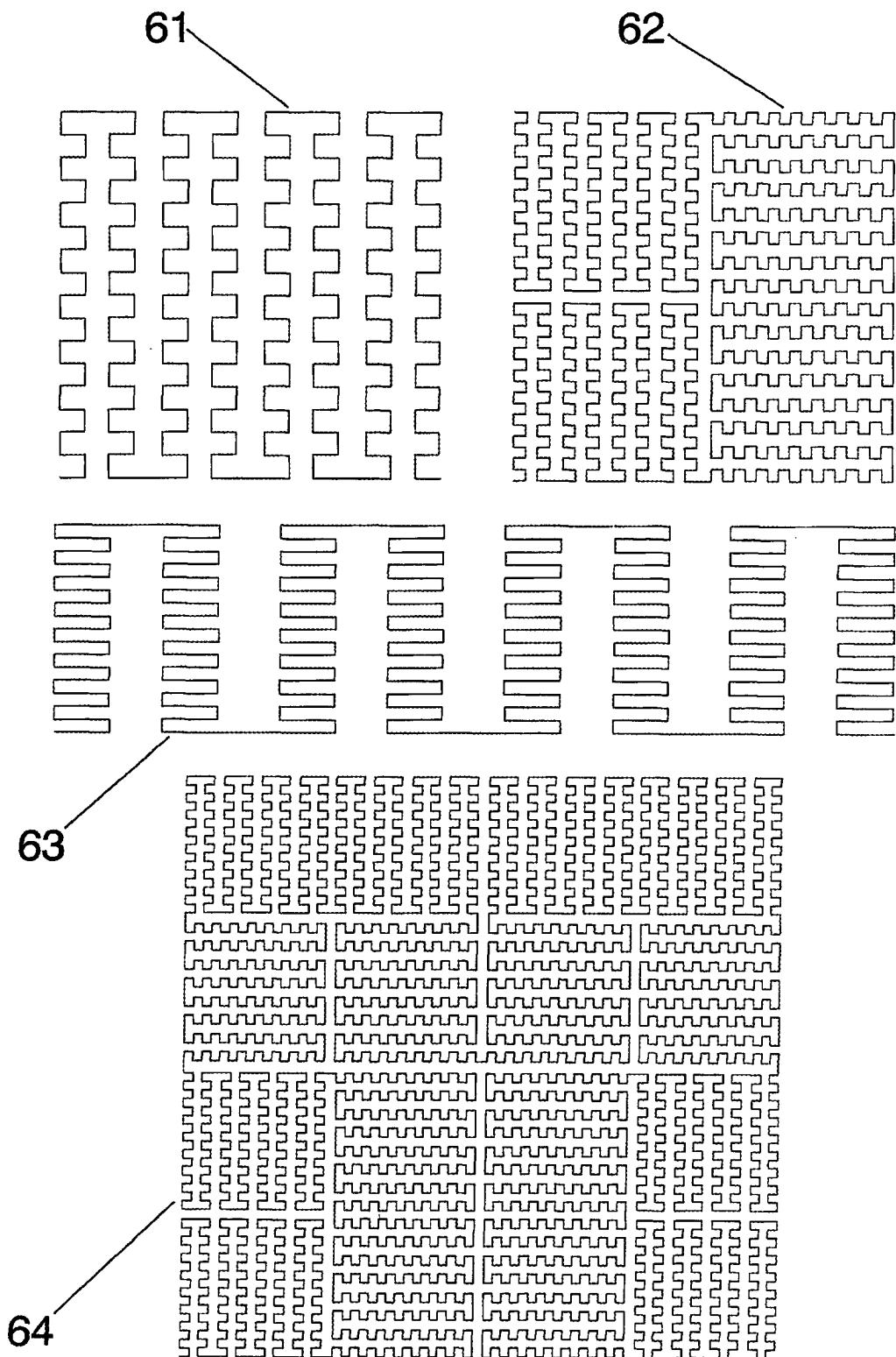


FIG. 22

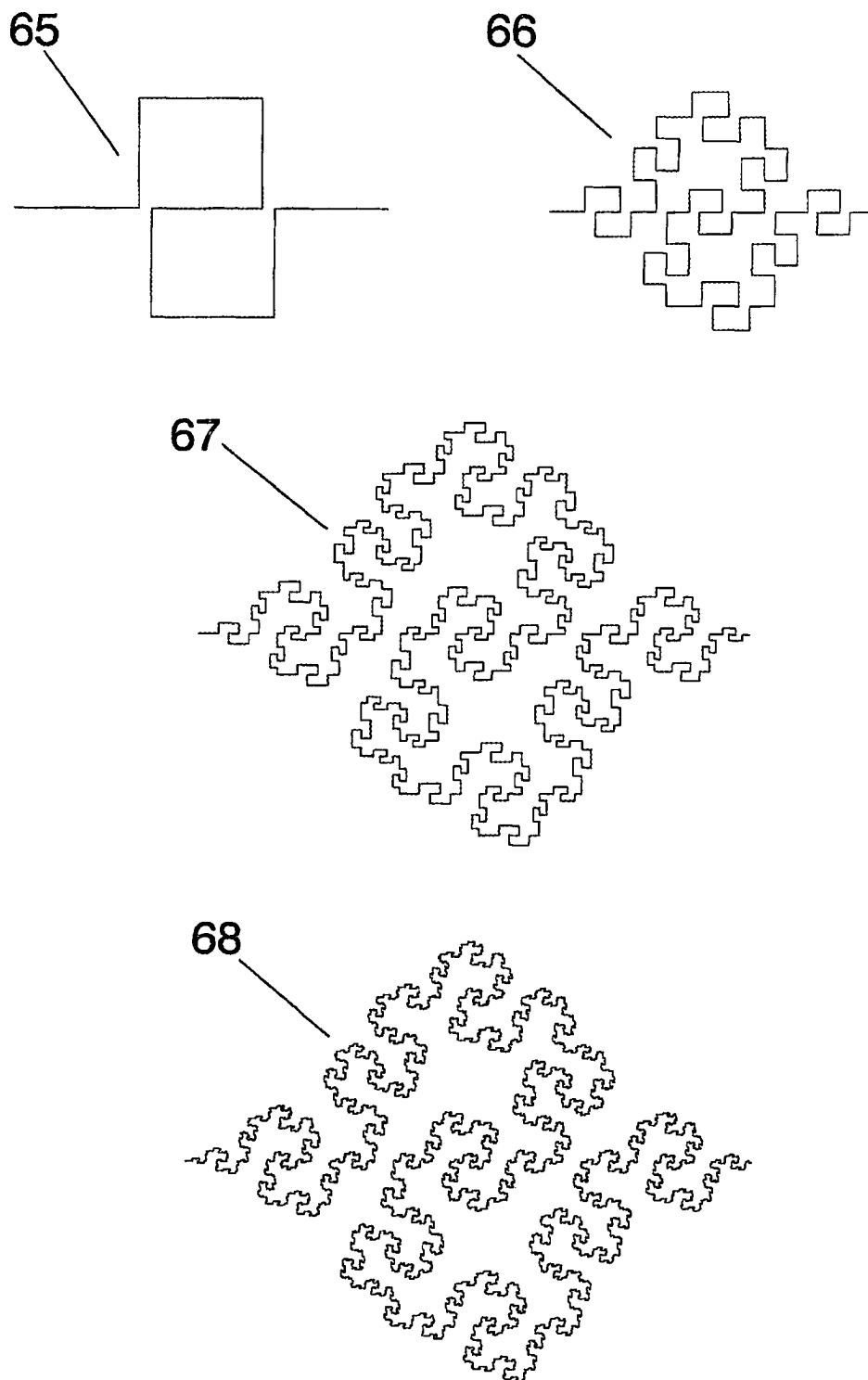


FIG. 23

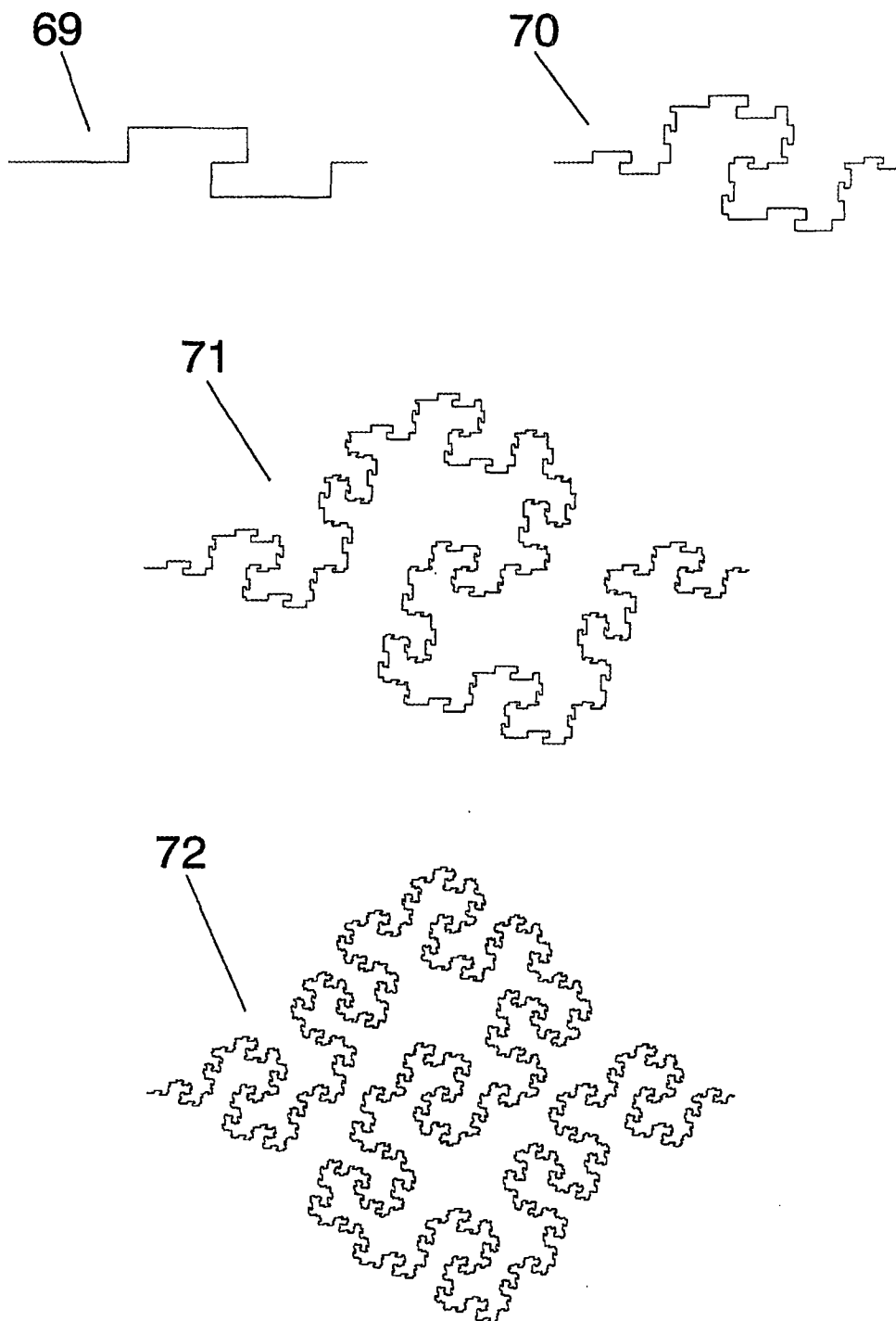


FIG. 24

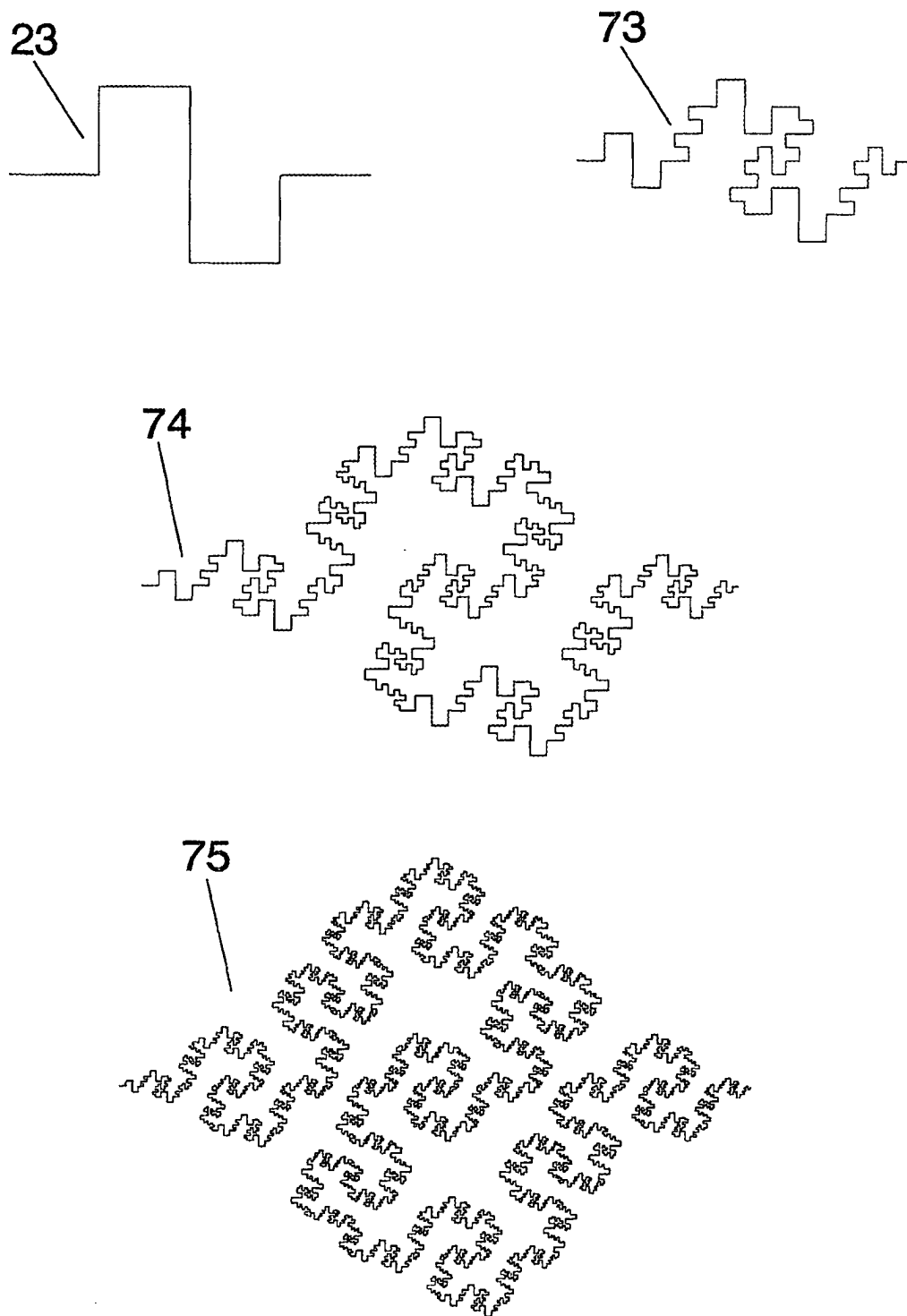


FIG. 25