

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6001180号  
(P6001180)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl. F I  
 H O 1 Q 15/08 (2006. 01) H O 1 Q 15/08  
 H O 1 Q 21/28 (2006. 01) H O 1 Q 21/28  
 H O 1 Q 21/26 (2006. 01) H O 1 Q 21/26

請求項の数 52 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2015-533003 (P2015-533003)	(73) 特許権者	515080320
(86) (22) 出願日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		ジ アンテナ カンパニー インターナシ
(65) 公表番号	特表2015-534367 (P2015-534367A)		ョナル ナムローゼ フェンノートシャッ
(43) 公表日	平成27年11月26日 (2015. 11. 26)		プ
(86) 国際出願番号	PCT/NL2013/050194		オランダ領キュラソー, カヤ リチャード
(87) 国際公開番号	W02014/046537		イエー, ボージョン ゼット/エン
(87) 国際公開日	平成26年3月27日 (2014. 3. 27)	(74) 代理人	110000338
審査請求日	平成28年3月15日 (2016. 3. 15)		特許業務法人HARAKENZO WOR
(31) 優先権主張番号	61/705, 117		LD PATENT & TRADEMA
(32) 優先日	平成24年9月24日 (2012. 9. 24)		R K
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	カラテッリ, ディエゴ
早期審査対象出願			オランダ, エンエル-2284 アーハー
			レイスウェイク, プリンセス ペアトリ
			クスラーン 213
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズアンテナ、このようなアンテナの製造および使用方法、およびアンテナシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アンテナであって、  
 少なくとも1つの電磁レンズ(302)と、  
 上記レンズ(302)に接続された少なくとも1つの接地平面(301)と、  
 上記レンズ(302)に接続された少なくとも1つのプローブ構造体とを有し、  
 上記プローブ構造体は少なくとも1つのプローブ(303)を有し、  
 上記少なくとも1つのプローブ(302)は、レンズ(302)によって取り囲まれ、  
 少なくとも1つのベースプロファイルを有する、少なくとも1つの上記レンズと少なくとも  
 1つの上記接地平面(301)とのうちの少なくとも1つが、実質的にスーパー形成され、  
 スーパー形成された上記ベースプロファイルが、極関数：

## 【数 1】

$$\rho_d(\varphi) = \frac{1}{\sqrt[n_1]{\left|\frac{1}{a} \cos \frac{m_1}{4} \varphi\right|^{n_2} + \left|\frac{1}{b} \sin \frac{m_2}{4} \varphi\right|^{n_3}}}$$

$$a, b \in \mathbb{R}^+; m_1, m_2, n_1, n_2, n_3 \in \mathbb{R}, a, b, n_1 \neq 0$$

によって規定され、

$d$  ( ) が、 $X Y$  平面に位置する曲線であり、  
 $[0, 2\pi)$  が、角座標である、アンテナ。

【請求項 2】

上記レンズ (302) および / または上記接地平面 (301) の 3 次元形状のパラメータ表現が、2 つの垂直な断面  $\Gamma_1$  ( ) および  $\Gamma_2$  ( ) に基づいており：

【数 2】

$$\begin{cases} x = \rho_1(\vartheta) \cos \vartheta \cdot \rho_2(\varphi) \cos \varphi \\ y = \rho_1(\vartheta) \sin \vartheta \cdot \rho_2(\varphi) \cos \varphi \\ z = \rho_2(\varphi) \sin \varphi \end{cases}$$

10

であり、

$\rho_1$  が、請求項 1 に示される関数で規定され、

$\rho_2$  、および、  
 $-\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$

である、請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 3】

$m \geq 4$  である、請求項 1 または 2 に記載のアンテナ。

【請求項 4】

$a \neq b$  である、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

【請求項 5】

$n_x$ 、 $n_y$  および  $n_z$  のうちの少なくとも 1 つの値が 2 でない、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

【請求項 6】

実質的にスーパー形成された上記ベースプロファイルが、上記接地平面 (301) によって規定される平面に実質的に平行な方向に延びる上記レンズ (302) のベースプロファイルである、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

30

【請求項 7】

上記プローブ構造体が、電磁放射を受信するように構成されている、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

【請求項 8】

上記プローブ構造体が、電磁放射を送信するように構成されている、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

【請求項 9】

上記プローブ構造体が、複数のプローブ (602、603) を有する、請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 10】

少なくとも 2 つの上記プローブ (602、603) の形状が互いに異なっている、請求項 9 に記載のアンテナ。

40

【請求項 11】

少なくとも 1 つの上記プローブが、5 GHz 周波数帯域で動作するように構成され、上記プローブの長さが 4 ないし 8 mm である、請求項 9 または 10 に記載のアンテナ。

【請求項 12】

少なくとも 1 つの上記プローブが、2 ～ 4 GHz 周波数帯域で動作するように構成され、上記プローブの長さが 10 ないし 18 mm である、請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

【請求項 13】

50

少なくとも1つの上記プローブの直径が1ないし3 mmである、請求項9ないし12のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項14】

少なくとも2つの上記プローブ(602、603)の互いの向きは、上記プローブが少なくとも部分的に互いの電磁視界ラインの外側に配置されるような、向きになっている、請求項9ないし13のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項15】

少なくとも2つの送信プローブ(602、603)を有し、少なくとも1つのプローブによって送信される電磁放射が、少なくとも部分的に、少なくとも1つの他のプローブから遠ざかるように反射される、請求項14に記載のアンテナ。

10

【請求項16】

少なくとも2つの送信プローブ(602、603)を有し、少なくとも1つのプローブによって送信される電磁放射が、少なくとも部分的に、少なくとも1つの他のプローブから遠ざかる方向に、上記レンズの少なくとも1つの周囲壁によって反射される、請求項15に記載のアンテナ。

【請求項17】

上記レンズ(302)の少なくとも1つの周囲壁の少なくとも一部分が、凹形状を有する、請求項1ないし16のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項18】

少なくとも1つのアンテナプローブが、上記レンズ(302)の鋭利な先端またはその近傍に位置する、請求項1ないし17のいずれか1項に記載のアンテナ。

20

【請求項19】

上記レンズ(302)に、上記プローブ構造体の少なくとも1つのプローブ(303)を収容する少なくとも1つの収容空間が設けられている、請求項1ないし18のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項20】

上記接地平面(301)に、上記プローブ構造体の少なくとも1つのプローブ(302)を収容する少なくとも1つの収容空間が設けられている、請求項1ないし19のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項21】

30

複数の収容空間を備え、各収容空間は、少なくとも1つのプローブ(302)を収容するように構成されている、請求項19または20に記載のアンテナ。

【請求項22】

複数の収容空間のうちの少なくとも2つのものの互いの向きは、上記収容空間が互いの電磁視界ラインの外側に配置されるような、向きになっている、請求項21に記載のアンテナ。

【請求項23】

上記レンズ(302)の高さが5 cmに等しいまたはそれより小さい、請求項1ないし22のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項24】

40

上記レンズ(302)が、少なくとも部分的に、誘電体で出来ている、請求項1ないし23のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項25】

上記レンズ(302)が、少なくとも部分的に、少なくとも1つのセラミックから出来ている、請求項24に記載のアンテナ。

【請求項26】

上記レンズ(302)が、ガラス、水晶、および/または少なくとも1つのポリマー、特にポリ塩化ビニル(PVC)から少なくとも部分的に出来ている、請求項24または25に記載のアンテナ。

【請求項27】

50

上記レンズ(302)が、

流体、好ましくは空気または脱塩水、で少なくとも部分的に満たされた少なくとも1つの内部空間を取り囲む、少なくとも1つのガラス、水晶、および/または少なくとも1つのポリマーから、少なくとも部分的に出来ているシェルを有している、請求項26に記載のアンテナ。

【請求項28】

上記レンズ(302)が、誘電体共振器である、請求項1ないし27のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項29】

上記レンズ(302)および/または上記接地平面(301)が、実質的にプリズム形状である、請求項1ないし28のいずれか1項に記載のアンテナ。

10

【請求項30】

上記接地平面(301)の、上記レンズ(302)のほうを向いている表面が、少なくとも部分的に、反射的である、請求項1ないし29のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項31】

上記接地平面(301)が、少なくとも部分的に、導電材料から出来ている、請求項1ないし30のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項32】

上記プローブ構造体が、上記接地平面(301)に接続されている、請求項1ないし31のいずれか1項に記載のアンテナ。

20

【請求項33】

上記レンズ(302)が、屈折率 $n$ を有し、 $n \geq 1$ である、請求項1ないし32のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項34】

上記プローブ構造体が、第1の周波数帯域で通信するように構成された少なくとも1つの第1のプローブ(602)と、第2の周波数帯域で通信するように構成された少なくとも1つの第2のプローブ(603)と、を有する、請求項1ないし33のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項35】

上記プローブ構造体が、複数の第1のプローブと、複数の第2のプローブと、を有する、請求項34に記載のアンテナ。

30

【請求項36】

上記プローブ構造体の双方向通信のために、放射送信モードと放射受信モードとの間で上記プローブ構造体を自動的に切り替える少なくとも1つのプロセッサを有する、請求項1ないし35のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項37】

上記プローブ構造体の双方向通信のために、放射送信モードと放射受信モードとの間で上記プローブ構造体を自動的に切り替える少なくとも1つのプロセッサを有し、上記プロセッサが、各周波数帯域での双方向通信のために、上記第1の周波数帯域と上記第2の周波数帯域との間で自動的に切り替えるように構成されている、請求項34または35に記載のアンテナ。

40

【請求項38】

周囲壁の少なくとも一部分が、波形形状である、請求項1ないし37のいずれか1項に記載のアンテナ。

【請求項39】

電磁信号を送受信するアンテナシステムであって、請求項1ないし38のいずれか1項に記載のアンテナを少なくとも1つ有する、アンテナシステム。

【請求項40】

複数の、MIMO構成の、請求項34または35に記載のアンテナを有する、請求項39に記載のアンテナシステム。

50

## 【請求項 4 1】

少なくとも 2 つのデュアルバンドアンテナと、2 つの周波数帯域のうちの少なくとも 1 つを切り替える少なくとも 1 つのプロセッサとを有し、この帯域で信号の送受信の多様性を確実にする、請求項 4 0 に記載のアンテナシステム。

## 【請求項 4 2】

請求項 1 ないし 3 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナを製造する方法であって、

(A) 接地平面 (3 0 1) および / またはレンズ (3 0 2) が、実質的にスーパー形成された少なくとも 1 つのベースプロファイルを有し、スーパー形成が、極関数

## 【数 3】

$$\rho_d(\varphi) = \frac{1}{\sqrt[n_1]{\left| \frac{1}{a} \cos \frac{m_1}{4} \varphi \right|^{n_2} + \left| \frac{1}{b} \sin \frac{m_2}{4} \varphi \right|^{n_3}}}$$

$$a, b \in \mathbb{R}^+; m_1, m_2, n_1, n_2, n_3 \in \mathbb{R}, a, b, n_1 \neq 0$$

10

によって規定され、

$d(\quad)$  が、XY 平面に位置する曲線であり、

$[0, 2\pi)$  が、角座標である

ように、少なくとも 1 つの接地平面および / または少なくとも 1 つのレンズを設計するステップ (A) と、

20

(B) 上記接地平面、上記レンズおよび、少なくとも 1 つのプロープ (3 0 3) を有するプロープ構造体を組み立てるステップ (B) とを有する、方法。

## 【請求項 4 3】

上記ステップ (B) 中に、複数のプロープが、上記接地平面 (3 0 1) および / または上記レンズ (3 0 2) に接続される、請求項 4 2 に記載の方法。

## 【請求項 4 4】

少なくとも 1 つのプロープ (6 0 2) が、第 1 の周波数帯域で通信するように構成され、少なくとも 1 つの他のプロープ (6 0 3) が、第 2 の周波数帯域で通信するように構成されている、請求項 4 3 に記載の方法。

30

## 【請求項 4 5】

動作中に、上記レンズの異なる領域が励起されるように、異なるプロープ (6 0 2、6 0 3) が方向付けられている、請求項 4 4 に記載の方法。

## 【請求項 4 6】

上記レンズ (3 0 2) が、水晶、ガラス、セラミック、ポリマー、および脱塩水から成るグループから選択される誘電体から少なくとも部分的に出来ている、請求項 4 2 ないし 4 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 4 7】

ポリマーのレンズ (3 0 2) が、3 D 印刷によって出来ている、請求項 4 6 に記載の方法。

40

## 【請求項 4 8】

請求項 1 ないし 3 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナを用いることによる無線通信での使用方法であって、上記方法は、通信回路をアンテナネットワークに接続するステップを有し、ネットワークは、請求項 1 ないし 3 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナを複数個有し、各アンテナは、指定された少なくとも 1 つの周波数帯域の動作に最適化されている、方法。

## 【請求項 4 9】

各アンテナが、複数の周波数帯域での動作に最適化されている、請求項 4 8 に記載の方法。

## 【請求項 5 0】

50

指定された複数の周波数帯域のそれぞれが、単一の周波数を有している、請求項 4 8 または 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 1】

請求項 1 ないし 3 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナを少なくとも 1 つ有する無線通信装置の RF 送受信機。

【請求項 5 2】

請求項 5 1 に記載の RF 送受信機を有する電子機器。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

〔はじめに〕

本発明は、レンズアンテナに関する。本発明はまた、本発明に係る少なくとも 1 つのアンテナを有する電磁信号を送受信するアンテナシステムに関する。本発明はさらに、本発明に係るアンテナを製造する方法に関する。本発明はさらに、本発明に係るアンテナを用いることによる無線通信での使用方法に関する。本発明はさらに、本発明に係るアンテナを少なくとも 1 つ有する無線通信装置の RF 送受信機に関する。本発明はさらに、本発明に係る RF 送受信機を有する電子機器に関する。

【0002】

本発明は、発明者 Johan Gielis に対し 2009 年 1 月 17 日に発行された米国特許 No. 7,620,527 に記載の主題を改良するものであり、この特許の全内容は、ここに全てを記載すると同様に、参照によってここに導入される。また、本発明は、2010 年 7 月 21 日に出願されて Johan Gielis にコンピュータインプリメンテッドツールボックスの資格を与えられた米国仮出願 No. 61/356,836 の全記載を参照によって導入し、この特許の全内容は、ここに全てを記載すると同様に、参照によってここに導入される。また、本発明は、2011 年 6 月 22 日に出願されて Johan Gielis にコンピュータインプリメンテッドツールボックスの資格を与えられた米国仮出願 No. 13/165,240 の全記載を参照によって導入し、この特許の全内容は、ここに全てを記載すると同様に、参照によってここに導入される。

20

【0003】

米国特許 No. 7,620,527 は、パターン（例えば画像など、音や電磁波や他の信号などの波形など）が、新規な数式を用いてプログラミングされたコンピュータを用いることによって、合成され、調整され、および/または、分析される。式は、多様な形状、波形およびその他の表現を生成するのに用いることができる。式は、コンピュータ視界の能力を大きく高め、コンピュータメモリの著しい節約と、計算能力の実質的な増大とをもたらす。

30

【0004】

米国特許 No. 7,620,527 の形状的な概念は、モデリング、および、特定の自然の形状と形式とがなぜそのように成長するのかの説明に有用である。米国特許 No. 7,620,527 で説明されているように、その発明者は、ほとんどの幾何形状と通常の形状とが、円や多角形も含めて、以下の式の特別な現実化として記載することができることを発見した。

【0005】

40

【数 1】

$$\rho_d(\varphi) = \frac{1}{\sqrt[n_1]{\left|\frac{1}{a} \cos \frac{m_1}{4} \varphi\right|^{n_2} + \left|\frac{1}{b} \sin \frac{m_2}{4} \varphi\right|^{n_3}}}$$

$$a, b \in \mathbb{R}^+; m_1, m_2, n_1, n_2, n_3 \in \mathbb{R}, a, b, n_1 \neq 0$$

【0006】

米国特許 No. 7,620,527 は、この式とその表現とが、例えば、パターン（すなわち、画像パターンや、電磁（例えば電気、光など）、音および他の波形または信号パターン）な

50

どの「合成」および／または「分析」との両方にどのように用いることができるかを説明している。

【 0 0 0 7 】

種々のパターンを合成するために、種々のパターンが合成できるようにこの等式のパラメータを修正することができる。特に、上記の等式に現れているパラメータを加減することができる。回転対称 ( $m$ )、ベキ指数 ( $n_1 \sim n_3$ ) および／または短軸および長軸 ( $a, b$ ) の数を加減または調整することによって、多様な、自然の、人工の、および、抽象的な形状を、2次元および3次元の空間に生成することができる。

【 0 0 0 8 】

米国特許No. 7,620,527の図1には、スーパー式演算子を用いた、パターンの合成のためおよび／またはパターンの分析のための種々の実施形態に含まれる種々の構成要素を示す概念図が示されている。米国特許No. 7,620,527に記載のように、第1の態様によれば、上記図1を参照した説明目的のために、形状または波は、以下の説明的な基本的なステップの適用によって「合成」することができる：第1のステップでは、(例えば、コンピュータ10に、すなわち、キーボード20、タッチスクリーン、マウスポインタ、音声認識装置または他の入力装置などを介して、値を入力することによって、または、コンピュータ10に値を指定させることによって、)パラメータの選択が行われ、コンピュータ10が、パラメータの選択に基づいて、選択されたスーパー形状を合成するのに用いられる。オプションの第2のステップでは、選択された形状を適合させるため、最適化を計算するため、などのために、スーパー式を用いることができる。このステップは、グラフィックプログラム(例えば2D、3Dなど)；CADソフトウェア、有限要素分析プログラム；波生成プログラム；またはその他のソフトウェアの使用を含むことができる。第3のステップでは、コンピュータで計算されたスーパー形状を物理的な形式に変換するために、第1または第2のステップからの出力が用いられ、そのとき、以下のものなどを介する：(a) モニタ30にスーパー形状31を表示して、プリンタ50(2-Dまたは3-D)から紙などの貯蔵材52に式を印刷し；(b) (例えば、ステップ3の出力に基づいて、機械、ロボットなどの外部装置60を制御することによって、)コンピュータ支援製造を行い；(c) スピーカシステム70などを介して音71を生成し；(d) ステレオリソグラフィを行い；(e) ラピッドプロトタイピングを行い；および／または(f) このような形状を変換する技術で公知の他の方法で上記出力を利用する。

【 0 0 0 9 】

米国特許No. 7,620,527は、合成(例えば形状の生成など)および分析(例えば形状の分析など)を議論している。分析に付いて、米国特許No. 7,620,527は、このように説明している：限定はされないが、一般に、形状または波は、以下の基本的なステップの適用によって「分析」できる(これらのステップは、逆に、前述の合成のステップと類似している)：第1のステップでは、パターンが、コンピュータに(例えばデジタル形式で)スキャンまたは入力されることができる。例えば、オブジェクトの画像をスキャン(2-Dまたは3-D)することができ、マイクロフォンが、音波を受信することができ、または、電気信号(例えば電波)を入力することができ、例えばCD-ROM、ディスク、内部または外部フラッシュドライブなどのコンピュータ読み取り可能なメディアからのデータを入力することができ、データは、インターネットまたはイントラネットなどを介するなどしてオンラインで受信することができる。例えばデジタルカメラまたは他のカメラ(例えば単一の画像や連続したリアルタイムの画像など)を用いる等して、種々の他の公知の入力技術を用いることができる。図1は、イメージスキャナ100(例えば画像を紙または写真などの貯蔵材上の画像をスキャンするのに用いられるドキュメントスキャナまたは他のスキャナ装置)および／またはレコーダ200(例えばマイクロフォンなどを介して波形を受信する)が、コンピュータ10に接続されて用いられる例を示している。第2のステップでは、例えばスーパー式の、パラメータの選択値を決定するために、画像が分析される。このステップでは、分析された信号はまた、識別、分類、比較などにも用いることができる。いくつかのコンピュータ分析のケースでは、コンピュータは、基本要素の(

10

20

30

40

50

例えばメモリに格納した)ライブラリまたはカタログを有することができる(例えば、分類されたスーパー形状をパラメータの値によって分類する)。このような後者のケースでは、コンピュータは、その後、ライブラリまたはカタログ内の情報に基づいてスーパー形状を概算し、識別し、分類し、および/またはその他を行うことができる。基本要素のカタログは、例えば、パターンまたは形状の第1の概算について用いることができる。オプションの第3のステップでは、分析された信号が、所望に加減されることができる(例えば、動作は、合成の第2の一般的なフェーズまたはステップに関して上述したものと同様に行うことができる)。第4のステップでは、出力が生成される。出力は、以下のものを含むことができる：(a)視覚的(例えば表示や印刷)または聴覚的(例えば音)な出力を行う；(b)(例えばある条件が決定されれば)特定の装置の動作を制御する；(c)分析されたパターンに関する表示を行う(例えば、識別、分類し、好ましいまたは最適な構成を識別し、欠陥または異常を識別し、など)；(d)その分野の者が視覚的に理解できる他の形式の出力または結果を生成する。この分析では、パターンがデジタル化された後、コンピュータが、あるタイプの表現を用いて処理する。化学的なパターンの場合、XYグラフが選択されるべきである。閉じた形状の場合は、修正フーリエ分析が選択されるべきである。コンピュータは、デジタル化されたパターンを表現するために等式の正しいパラメータの評価を行うのに(例えばソフトウェアを介して)適合されるべきである。

【0010】

米国特許No. 7,620,527は、技術上の著しい進歩を述べているが、過去10年間にわたって、本願発明者は、驚くべきことに、本発明の主題である、いくつかの著しい進歩と改良とを発見してきた。

【0011】

国際特許出願W02011/161548は、形状または形状を取り囲む環境の形状に応じて、上述の米国特許No. 7,620,527に記載のような式を用いることによって、形状を合成または分析する方法を開示している。

【0012】

本発明のいくつかの実施形態の目的は、上記技術が有利なやり方で実施される製品の分野を見出すことである。

【0013】

本発明の好ましい実施形態では、広い分野の無線適用(Wi-Fi(登録商標)ネットワークを含む)のための改良されたレンズアンテナが発明されている。この改良されたレンズアンテナは、少なくとも1つの電磁レンズと、上記レンズに接続された少なくとも1つの接地平面と、上記レンズに接続された少なくとも1つのプローブ構造体とを有し、上記プローブ構造体は少なくとも1つのプローブを有し、上記少なくとも1つのプローブは、レンズによって取り囲まれ、少なくとも1つのベースプロファイルを有する、少なくとも1つの上記レンズと少なくとも1つの上記接地平面とのうちの少なくとも1つが、実質的にスーパー形成され、スーパー形成された上記ベースプロファイルが、極関数：

【0014】

【数2】

$$\rho_d(\varphi) = \frac{1}{\sqrt[n_1]{\left| \frac{1}{a} \cos \frac{m_1}{4} \varphi \right|^{n_2} + \left| \frac{1}{b} \sin \frac{m_2}{4} \varphi \right|^{n_3}}}$$

$$a, b \in \mathbb{R}^+; m_1, m_2, n_1, n_2, n_3 \in \mathbb{R}, a, b, n_1 \neq 0$$

【0015】

によって規定され、

$d(\quad)$  が、XY平面に位置する曲線であり、

$[0, 2\pi)$  が、角座標である。

【0016】



提案されたアンテナは、非常に構成が簡素で、容易に機械加工でき、それゆえ安価である事実にもかかわらず、動作帯域幅、最大ゲイン、放射パターンの鋭敏さの点で、無線通信に現在用いられるアンテナよりも驚くほど著しく優れている。さらに、考慮されたアンテナは、持続可能な技術を用い、環境に優しい。特に、レンズおよび/または接地平面のベースプロファイルの形状は、科学文献でスーパー式（またはGielisの式）として知られる極関数およびその3次元空間への一般化によって規定される。スーパー式は、上述のJ. Gielisへの米国特許No. 7,620,527に詳述されており、その全開示内容は、参照によってここに導入される。このような等式は、素粒子から複雑な一般化されたLame曲線までの範囲で、自然および人工の形状の統一された記述を可能にする。発明されたアンテナは、設計の自由度の程度を増加させ、調整可能な電磁特性を持つ多様な放射構造およびセンサへの道を開くことができる。

10

#### 【0017】

米国特許出願US2010/0220031は、誘電構造が載置された、接地平面を有するワイドバンドの誘電アンテナであって、上記誘電構造の外側表面にプローブとして作用する複数の供給ストリップが取り付けられた誘電アンテナを開示している。

#### 【0018】

誘電体レンズの先駆的な研究は、20世紀の最後の10年間にまで遡る。それ以来、この分野でいくつかの研究グループが活動し、顕著な進歩を遂げてきた。非常に初期の頃から、誘電体レンズは、高い放射効率と平坦な回路を持つ集積の容易性の理由から有利であることが分かっている。種々の適用に魅力的な特性を有する多くの新しい構成が提案されてきたが、非常に多くの開発の後でさえ、レンズアンテナの実際の設計と製造とは、多くのケースで今でも取り組み甲斐がある。近年、近代的な無線適用の要件により関連する、アンテナの帯域幅とゲインとを高めることに焦点が合わされてきている。現在および将来の無線通信のユビキタスな性質は、向上されたアクセスポイントおよびユーザ端末の正確な設計を持続的に要求する。特に、ほとんどのフロントエンドデバイスに用いられるアンテナは、最小化されたサイズ、改良された放射および帯域幅性能、および組み立てと一体化の容易さなどの、取り組み甲斐がある要件を満たす点で、いっそう重要になってきている。伝統的に、プリント回路（マイクロストリップ）または金属ロッド（モノポール）が一般的に用いられている。しかしながら、このような放射は、典型的には、部分帯域幅および放射特性の点で性能が低い。これに関連して、提案されたスーパー形成されたレンズアンテナは、ロスが減少する（実質的に、金属のロスがない）、高い放射効率、および平坦な回路で集積の容易さとの理由で明らかな利点を有する。さらに、このレンズアンテナは、高い柔軟性と広い周波数範囲にわたる用途の広さを提供し、設計者が種々の要件を満たすことを可能にする。来るWiMedia規格を満たす実験的なプロトタイプで行われる数的な調査や測定は、安定な放射パターンとゲイン値とを維持しながら考慮されたアンテナが非常に広い周波数帯域（70%を超える）にわたって動作可能であることを確認している。達成された結果に基づき、提案されたアンテナは、インドアのマルチメディア無線システムのためのアクセスポイントとしての適用を見出すことができると結論でき、また、どこまで広くても、円滑で、周波数にわたって安定な、放射パターンが望ましく、これは、浮かび上がってきた、レーダー、無線および衛星技術の低コストな適用において特に重要である。

20

30

40

#### 【0019】

実際、レンズアンテナは、3次元形状を有するレンズおよび/または接地平面を有する。レンズおよび/または接地平面の複数のベースプロファイルが実質的にスーパー形成されて、各スーパー形成されたベースプロファイルが、請求項1に係る極関数（スーパー式）によって規定されることが好ましい。このようにして、スーパー形成されたレンズおよび/またはスーパー形成された接地平面が生成され、これは通常、そのようなものとしてレンズアンテナの電力分布パターンおよび強度において有利である。この3次元スーパー形成された構成要素では、通常、まず、請求項1に係るスーパー式によって第1のベースプロファイルが規定され、請求項1に係るスーパー式によって少なくとも1つのさらなる

50

ベースプロファイルが規定される。この両方のベースプロファイルは、通常、最終的なスーパー形状の断面を規定し、言い換えれば、第1のベースプロファイルはプロファイルを規定し、他のベースプロファイルは、第1のベースプロファイルが回転するときに沿う経路を規定する。それゆえ、3次元形状は、複数の2次元形状の重ね合わせの結果とすることができる。例えば、三角形のベースプロファイルが結合した正方形のベースプロファイルは、ピラミッド形状となり、長方形のベースプロファイルが結合した涙のしずく形状のベースプロファイルは、翼形状となる。このようにして、無限の数の3次元のスーパー形状を生成することができる。3次元形状はまた、外側表面を結合させた結果とすることができ、ここで各外側表面は、請求項1に係るスーパー式を満たす。例えば、正12面体(dodecaeder)は、5角形状の面を有し、各5角形は、請求項1に係る2次元のスーパー式を満たす。例えば、正20面体(icosaeeder)にも同様のことが言え、各独特の面は、スーパー式に準拠する三角形によって規定される。

10

【0020】

レンズおよび/または接地平面の3次元形状のパラメータ表現は、2つの垂直な断面 $_1( )$ および $_2( )$ ：

【0021】

【数3】

$$\begin{cases} x = \rho_1(\vartheta) \cos \vartheta \cdot \rho_2(\varphi) \cos \varphi \\ y = \rho_1(\vartheta) \sin \vartheta \cdot \rho_2(\varphi) \cos \varphi \\ z = \rho_2(\varphi) \sin \varphi \end{cases}$$

20

【0022】

に基づいており：

が、請求項1に示される関数で規定され、

$0 \leq \vartheta \leq 2\pi$ 、および、

$-\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$  である。

【0023】

極関数として書くと、レンズおよび/または接地平面の3次元形状は、

【0024】

【数4】

30

$$\rho_d(\varphi, \vartheta) = \frac{1}{\sqrt[l_1]{\left| \frac{1}{c} \cos \frac{m_1}{4} \varphi \right|^{l_2} + \left| \frac{1}{d} \sin \frac{m_2}{4} \varphi \right|^{l_3}}}$$

【0025】

として規定することができ：

【0026】

【数5】

$$c = \frac{1}{\sqrt[n_1]{\left| \frac{1}{a} \cos \frac{m_3}{4} \vartheta \right|^{n_2} + \left| \frac{1}{b} \sin \frac{m_4}{4} \vartheta \right|^{n_3}}}$$

40

【0027】

であり、

【0028】

【数6】

$$a, b, c, d > 0; a, b, c, d, l_1, l_2, l_3, m_1, m_2, m_3, m_4, n_1, n_2, n_3 \in \mathfrak{R}, \quad n_1, l_1 \neq 0$$

【0029】

$0 \leq \vartheta \leq 2\pi$ 、および、

$-\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$  である。

50

【 0 0 3 0 】

上記極関数は、球座標では、

【 0 0 3 1 】

【 数 7 】

$$\rho_d(\vartheta, \varphi) = \left( \left| \frac{\sin \frac{p\vartheta}{2} \cos \frac{q\varphi}{4}}{\gamma_1} \right|^{v_1} + \left| \frac{\sin \frac{p\vartheta}{2} \sin \frac{q\varphi}{4}}{\gamma_2} \right|^{v_2} + \left| \frac{\cos \frac{p\vartheta}{2}}{\gamma_3} \right|^{v_2} \right)^{\frac{1}{v_0}}$$

10

【 0 0 3 2 】

と書き直すことができ、

p と q は対称パラメータであり、

1、 2、 3 は、上述のパラメータ a、b に類似したものであり、

0、 1、 2、 3 は、パラメータ  $n_0$ 、 $n_x$ 、 $n_y$  (または  $n_0$ 、 $n_1$ 、 $n_2$ ) に類似したものであり、

【 0 0 3 3 】

【 数 8 】

$$(p, q, v_1, v_2, v_3) \in \Re;$$

20

$$(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, v_0) \geq 0;$$

【 0 0 3 4 】

0、 および、

0、 2 である。

【 0 0 3 5 】

好ましくは、スーパー形成されたレンズアンテナ、特に、誘電体共振器アンテナ (S D R A)、の設計は、それを普通の円筒型の誘電体共振器アンテナに類似させることによって行う。まず、レンズベースの等価半径は、

【 0 0 3 6 】

【 数 9 】

30

$$\rho_E = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \rho_d^2(\varphi) d\varphi}$$

【 0 0 3 7 】

のように規定され、 $\rho_d(\quad)$  は、Gielisの等式：

【 0 0 3 8 】

【 数 1 0 】

$$\rho_d(\varphi) = \left( \left| \frac{1}{a} \cos \frac{m_1}{4} \varphi \right|^{n_2} + \left| \frac{1}{b} \sin \frac{m_2}{4} \varphi \right|^{n_3} \right)^{\frac{1}{n_1}}$$

40

【 0 0 3 9 】

によって得られ、これは、レンズの、特に、レンズベースの、ベースプロファイルを記述している。他方、レンズ長さ ( $h_d$ ) は、アンテナの中央の動作周波数 ( $f_c$ ) での誘電材料における波長くらいになるように選ばれ、すなわち、

【 0 0 4 0 】

【数 1 1】

$$h_d \simeq \frac{c_0}{f_c \sqrt{\epsilon_r}}$$

【0 0 4 1】

であり、 $c_0$ は、真空中の光速であり、 $\epsilon_r$ は、レンズを形成する材料の相対的な誘電率である。動作の広周波数帯域を達成するために、レンズの断面の寸法は、以下のアスペクト比が得られるように設定される：

【0 0 4 2】

【数 1 2】

$$\chi = \frac{\rho_e}{h_d} = 0.4$$

10

【0 0 4 3】

プローブの位置と長さは、経験則から、全波分析 (full-wave analysis) によって決定される。

【0 0 4 4】

好ましい実施形態では、電磁レンズ、特に、レンズの接地表面または底表面（通常接地平面に平行）によって形成された電磁レンズ、および／または接地平面は、少なくとも1つのベースプロファイルを有し、このベースプロファイルは、実質的にスーパー形成され、 $m \geq 4$ である。このパラメータ条件は、円筒形状のレンズ ( $m = 0$ ) の場合と比べて、より対称的な空間電力密度分布が得られる鋭利な先端を含むレンズの、従来にない対称的な形状をもたらす。このようにして、複数の焦点方向に電磁放射を放射することができる。鋭利な先端の存在は、好ましいアンテナの放射効率を必ずしも減少させない。さらなる好ましい境界条件は、 $a \leq b$ であり、好ましくは、 $n_x$ 、 $n_y$ 、および $n_0$ のうちの少なくとも1つの値が2から逸脱する。また、これらの境界条件は、従来にない形状のレンズをもたらす。上記のことは、接地平面にも適用される。

20

【0 0 4 5】

接地平面は、平坦とするか、湾曲されたおよび／または角を付けたような、非平坦とすることができる。いくつかの実施形態では、レンズおよび接地平面は、共に、いわゆるトランスデューサーを形成し、上述のスーパー式に準拠するベースプロファイルを有する。いくつかの実施形態では、接地平面とレンズとが同等の形状を有する、または、同等の形状のベースプロファイルを有することが検討される。しかしながら、いくつかの実施形態では、接地平面とレンズとのうちの少なくとも一方の、少なくとも1つのベースプロファイルが、請求項1で述べたようなスーパー式に準拠するならば、接地平面の形状は、レンズの形状と完全に異なるものとすることができる。

30

【0 0 4 6】

好ましくは、実質的にスーパー形成された上記ベースプロファイルが、上記接地平面によって規定される平面に実質的に平行な方向に延びる上記レンズのベースプロファイルである。通常、これは、空間電力密度分布に有利である接地平面によって規定される（中央の）平面に垂直な向きを向いているレンズの対称軸をもたらす。この実施形態は、プリズムのような、（従来にない）多面体の形状を有するレンズの適用を可能にし、ここで、多面体の、 $n$ 個の面を持った多角形のベースが、接地平面の方を向き、最終的には、接地平面の上に載置される。

40

【0 0 4 7】

本発明に係るアンテナは、電磁放射を受信するおよび／または送信するために用いることができる。それゆえ、プローブ構造体の機能性は、アンテナの所望の機能性に依存する。それゆえ、プローブ構造体が、電磁放射を受信するおよび／または送信するように構成されていることが考えられる。上記プローブ構造体は、少なくとも1つのプローブを有する。通常、プローブの、形状と寸法とを含めた形状は、アンテナの特定の目的および適用

50

に完全に依存している。種々のタイプのプローブを用いることができる。よく知られたプローブは、同軸上に供給されるプローブであり、このプローブは、レンズ内部に、少なくとも部分的に収容されており、それゆえ、このプローブは、レンズによって少なくとも部分的に取り囲まれている。この目的のために、通常、レンズには、プローブを収容するための収容空間が設けられている。プローブはまた、レンズの中へは延びずにレンズのベース平面に接続するだけの、導波管によって形成することもできる。いくつかの実施形態では、プローブは、レンズのベース平面に延びるマイクロストリップによって形成することができる。別の実施形態では、プローブは、接地平面とレンズとの間に位置するパッチによって形成することができる。通常、パッチの適用は、球面波面の生成を増加させ、それゆえ、レンズ内にて、実質的に均一な電力密度分布の生成を増加させる。したがって、本発明に係るレンズアンテナでは、種々のタイプのプローブを用いることができる。

10

#### 【0048】

レンズアンテナに単一のプローブが用いられる場合、アンテナは、単一の指定された周波数帯域内で動作するのに適している。周波数帯域の周波数範囲は、アンテナの適用に完全に依存する。最近、多くの移動通信システムが、GSM（登録商標） 900 / 1800 / 1900 帯域（890 - 960 MHz および 1710 - 1990 MHz）；Universal Mobile Telecommunication Systems（UMTS）およびUMTS 3G 拡張帯域（1900 - 2200 MHz および 2500 - 2700 MHz）などのいくつかの周波数帯域や；極超短波（1 - 100 GHz）の周波数帯域、特に、衛星通信に用いられるK<sub>a</sub>帯域（26.5 - 40 GHz）およびK<sub>u</sub>帯域（12 - 18 GHz）；およびWi-Fi（登録商標）（ワイファイ）/無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）帯域（2400 - 2500 MHz および 5100 - 5800 MHz）を用いる。しかしながら、本発明の好ましい実施形態に係るレンズアンテナは、上記の公知の周波数帯域の列挙に限定されない。

20

#### 【0049】

従来、単一のアンテナは、移動通信のこれらのすべての周波数帯域で動作することはできないので、これらの帯域を別個にカバーする複数の異なるアンテナを用いることができた。しかしながら、多くのアンテナを用いることは、通常、体積や、適用のコストの制限により制限される。それゆえ、移動通信の多機能動作を行うには、マルチバンドやワイドバンドのアンテナが必要である。移動通信システムにおけるマルチバンドのアンテナは、全く別の周波数帯域で動作するが、それらの帯域の間の中間の周波数では動作しないアンテナと規定することができる。この目的のために、プローブ構造体は、複数のアンテナポートをもたらす複数のプローブを有することが好ましい。これらのプローブの動作は再構成可能とすることができる。最近、再構成可能なアンテナの開発において産業および科学研究団体によって大きな努力が行われている。この関心は、将来の極超短波システムの多目的なフロントエンドの必要性によって後押しされており、これは、レーダー、通信、方向およびスペクトル「吸入」または制御などの、増加する機能性をサポートするであろう。さらに、個人的な無線または車と車との間の通信装置は、典型的には、多くの規格（例えばUMTS、Bluetooth（登録商標）、Wi-Fi（登録商標）、WiMAX、DSRC）をサポートしなければならない。再構成可能なアンテナは、構成の一部または全体が特定の動作モードに関与するように、アンテナの体積を異なる周波数帯域で再使用することができる。従来のフロントエンド構造のアンテナの再構成可能性は、異なる動作シナリオでの適用のための装置の性能を最適化するために適した切り替え装置の状態を変化させることによって達成することができる。この概念を実行するためにいくつかのアプローチが提案されてきている。これらのアプローチのほとんどは、ソリッドステートまたは電磁スイッチに頼っている。前者は、PINダイオード、バラクターまたは電界効果トランジスタ（FET）に基づいたスイッチを含み、後者は、単純なリレーと、多くの異なるタイプのマイクロ電気機械システム（MEMS）を含む。提案されたマルチポートのスーパー形成アンテナの概念では、動作の周波数および/または放射特性などの関係する回路特性を動的に調整するために、アンテナの入力端子に接続された適したソリッドステートの調整回路

30

40

50

が用いられる。装置の再構成可能性は、技術的には、入力ポートでの供給 / 負荷条件を変化させ、それによってアンテナ構造内の回路分布を変化させることによって達成される。

【 0 0 5 0 】

採用される複数供給機構は、アンテナ性能の容易な広範囲調整性を可能にしており、また、装置の性能の低下を招く恐れのあるアンテナポート（プローブ）間の偽の電磁結合のレベルを最小化するような方法で最適化する必要がある。これに関連して、考慮された装置は、実際、種々のポート間の透過係数が入力電力反射レベルを完全には補償しないような周波数でアンテナとして働くということを強調しておくべきである。アンテナの特性に影響を与える自然共鳴プロセスは、入力ポート  $i = 0, 1, \dots, N$  での負荷インピーダンス  $Z_i$  を適切に調整することによって活性化または抑制することができ、ここで、 $N$  はアンテナ供給の個数である。このとき、装置の放射効率（ $Z_i$ ）を、所望の空間方向の先頭の電波信号への入力電力を最小化するようなものとするに注意すべきである。これに関し、率直に示すと、アンテナにより放射される電力は、 $N$  個のポートのネットワークとみなすと、入射波および反射波のベクトル

【 0 0 5 1 】

【数 1 3】

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}(Z_i), \quad \mathbf{b} = \mathbf{b}(Z_i)$$

【 0 0 5 2 】

をそれぞれ用いて、以下のように容易に表現することができる：

【 0 0 5 3 】

【数 1 4】

$$P_R = \frac{1}{2} (\|\mathbf{a}\|^2 - \|\mathbf{b}\|^2) = \frac{1}{2} \mathbf{a}^H \cdot \mathbf{Q} \cdot \mathbf{a} \quad (1)$$

【 0 0 5 4 】

ここで、上付き文字「 $H$ 」は、エルミート転位（Hermitian transposition）を表し、

【 0 0 5 5 】

【数 1 5】

$$\mathbf{Q} = \mathbf{I} - \mathbf{S}^H \cdot \mathbf{S} \quad (2)$$

【 0 0 5 6 】

はいわゆる損失マトリクスであり、

【 0 0 5 7 】

【数 1 6】

$$\mathbf{I}$$

【 0 0 5 8 】

は通常の単位のダイアドの和である。装置の分析と最適化を促進するために、関連回路のふるまいに反応する物理的機構で有利な見識を得る一方で、特異値分解に基づく「 $S$ 」パラメータの表現を採用する。この因数分解は、

【 0 0 5 9 】

【数 1 7】

$$\mathbf{S} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{\Sigma} \cdot \mathbf{V}^H \quad (3)$$

【 0 0 6 0 】

によって得られ、ここで、

【 0 0 6 1 】

【数 1 8】

$$\mathbf{U}$$

【 0 0 6 2 】

と

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

【数 1 9】

 $\underline{\mathbf{V}}$ 

【 0 0 6 4】

は、それぞれ、左と右の特異ベクトルの単位マトリクスであり、

【 0 0 6 5】

【数 2 0】

 $\underline{\Sigma}$ 

【 0 0 6 6】

は、対応する指令された特異値  $\sigma_n$  の対角線マトリクスである。したがって、 $\mathbf{S}$  - マトリクス相関

【 0 0 6 7】

【数 2 1】

$$\mathbf{b} = \underline{\mathbf{S}} \cdot \mathbf{a}$$

【 0 0 6 8】

は、

【 0 0 6 9】

【数 2 2】

$$\underbrace{\underline{\mathbf{U}}^H \cdot \mathbf{b}}_{\mathbf{b}'} = \underline{\Sigma} \cdot \underbrace{\underline{\mathbf{V}}^H \cdot \mathbf{a}}_{\mathbf{a}'} \quad (4)$$

【 0 0 7 0】

のように書くことができる。規格化された波ベクトル

【 0 0 7 1】

【数 2 3】

$$\mathbf{a}' = \underline{\mathbf{V}}^H \cdot \mathbf{a}$$

【 0 0 7 2】

および

【 0 0 7 3】

【数 2 4】

$$\mathbf{b}' = \underline{\mathbf{U}}^H \cdot \mathbf{b}$$

【 0 0 7 4】

を考慮すると、装置のふるまいは、切り離された 1 つのポートの接合部の自然な反応の重ね合わせとして記述することができ、ここで、 $n$  番目の接合部は、正の反射係数  $\sigma_n$  を表す。それゆえ、回路の特性、ならびに、アンテナの放射特性は、主に、関連する散乱マトリクスの特異値によって規定されると容易に結論付けることができる。実際に、( 1 ) および ( 2 ) を ( 4 ) と組み合わせることによって、停止依存の放射効率の表現が、ある代数学

【 0 0 7 5】

【数 2 5】

$$\eta = \frac{P_R}{P_{in}} = \frac{\mathbf{a}^H \cdot \underline{\mathbf{Q}} \cdot \mathbf{a}}{\mathbf{a}^H \cdot \mathbf{a}} = \frac{\sum_n (1 - \sigma_n^2) |a'_n|^2}{\sum_n |a'_n|^2} \quad (5)$$

【 0 0 7 6】

に従うことがわかり、ここで、

【 0 0 7 7】

【数 2 6】

$$P_m = \frac{1}{2} \|\mathbf{a}\|^2 = \frac{1}{2} \|\mathbf{a}'\|^2$$

【 0 0 7 8】

は、構造の末端で受け入れられる電力を示す。それゆえ、明らかに、最適なアンテナ動作は、特異値  $\sigma_n$  を最小化することによって達成される。このようにして、当該周波数帯域

10

20

30

40

50

での適切なアンテナ動作に対して、入力ポートの最適な負荷条件  $Z_i$  ( $i = 0, 1, \dots, N$ ) を選択することができる。

【 0 0 7 9 】

いくつかの実施形態では、これらのアンテナはまた、アレイでも用いることができ、平坦なアレイだけでなく、3Dスーパー形状に基づく仕立てられた3Dアレイでも用いることができる。レンズアンテナの考慮されるクラスは、次世代の無線レーダー、インピーダンスマッチングおよび放射特性の要件を満たす空間適用の安価なアレイの設計のために最適化することができる。これに関して、不均一に間隔を置いた平坦なアレイの採用が描かれている。アンテナ要素の個数を減らした放射パターンの適切な形成は、重量、コスト、および供給ネットワークの複雑さを低減する。要素間の平均距離を大きくすると、寄生アンテナ結合レベルが小さくなる。非周期的な間隔によって、パターンキャンが実行されても、目に見える空間には、アンテナのメインローブのレプリカは発生しない。提案されたアレイ構成のためのビーム形成では、各アンテナ要素の振幅と位相との両方が制御されるべきである。サイドローブレベルを調整するため、および、位相制御だけで達成できるものよりも良い零を操作するために、振幅と位相との組み合わせられた制御を用いることができる。

【 0 0 8 0 】

レンズアンテナに所望のマルチバンドの機能性を与えるために、少なくとも2つのプロローブの形状を互いに異ならせることが望ましい。既述のように、形状は、プロローブの形状と寸法の両方を含む。異なるプロローブの形状を異ならせることによって、異なる放射特性が得られ、所望のマルチバンドの機能性が容易に得られる。プロローブの好ましい長さは、レンズの材料、特に、レンズの材料の誘電率と、所望の周波数または周波数帯域との両方に依存する。例を挙げると、ポリマーレンズ、特にポリ塩化ビニル (PVC) から出来ているレンズで、無線ローカルエリアネットワーク (WLAN) の適用のために 5 GHz 周波数帯域で動作すべきであるものが用いられる場合には、プロローブの長さは好ましくは 4 ないし 8 mm である。2.4 GHz 周波数帯域で動作させるために (同じアンテナの) 別のプロローブが構成される場合には、プロローブの長さは好ましくは 10 ないし 18 mm である。少なくとも1つのプロローブの直径は、好ましくは 1 ないし 3 mm である。

【 0 0 8 1 】

同じアンテナ要素がアレイに置かれた場合、あるいは、複数の異なるアンテナが用いられる場合には、それらは互いに相互作用する。それらが近接するゆえのこの要素間の相互作用は、相互カップリングと呼ばれ、入力インピーダンスならびに放射パターンに影響を及ぼす。なお、従来、ベースステーション適用において、アレイ構造でより高いゲインを得るため、または、少なくとも、2つのアンテナプロローブで二極化を提供するために、1つより多い類似のアンテナを導入することができる。さらに、移動ステーション適用において、マルチバンド動作を行うために利用可能な限られた空間において、複数の異なるアンテナを用いることさえできる。これらのアンテナシステムに対して、相互カップリングは、簡単に、2つのアンテナプロローブ間の干渉値として規定され、この干渉値は、できるだけ低いことが望ましい。相互カップリングを抑制するために、少なくとも2つの上記プロローブの互いの向きが、少なくとも部分的に、互いの電磁視界ラインの外側にプロローブが位置するような、向きになっていることが望ましい。プロローブはお互いを見ないので、レンズ内の電磁干渉は最小に保たれる。プロローブを、互いの電磁視界ラインの外側に位置させるのは、例えば、個々の反射要素をプロローブ間に配置することによって行われる。この反射要素は、レンズによって取り囲まれていることができる。しかしながら、このような個々の反射要素の適用は、通常、アンテナの効率に影響を及ぼす。それゆえ、少なくとも1つのプロローブによって送信される電磁放射が、少なくとも部分的に、少なくとも1つの他のプロローブから遠ざかる方向に、上記レンズの少なくとも1つの周囲壁によって反射されることが好ましい。この目的のために、好ましくは、レンズの周囲壁が、少なくとも部分的に、プロローブの視界のラインの妨害を促進するような凹形状を有する。いくつかの実施形態では、周囲壁は、プロローブから、少なくとも1つの他のプロローブから遠ざかる方向

10

20

30

40

50



に送信される電磁放射の反射を増加させるようにするために、少なくとも部分的に、波形形状とすることができる。上述のように、スーパー式において、 $m$ は好ましくは4と同じかそれより大きく、これによって、プローブをレンズの（周囲の）鋭利な先端に配置でき、それによって、プローブの互いの干渉を最小化する。既述のように、プローブは、レンズの収容空間内に収容される。これらの収容空間の配置は、好ましくは、プローブが、視界のラインの外側に位置するように配置される。

#### 【0082】

本発明に係るレンズアンテナは、従来のアンテナと比べて比較的コンパクトな寸法とすることができる。レンズの高さは、好ましくは5 cmに等しいかそれより小さく、これは、通常、本発明に係るレンズアンテナの適切な機能付けを可能にするのに十分である。

#### 【0083】

レンズは、少なくとも部分的に、誘電材料で出来ており、より好ましくは、2ないし90の誘電率を有する誘電材料で出来ている。比較的高い誘電率を有する材料を選択することによって、レンズのサイズを著しく減少させることができる。レンズは、少なくとも部分的に、少なくとも1つのセラミックから出来ているとすることができる。セラミックの誘電率（ ）は、4.5ないし100の範囲である。4.5ないしおよそ6の範囲の を有する誘電体は、典型的には、それぞれ、ケイ酸マグネシウムアルミニウムおよびケイ酸マグネシウム化合物に基づく。13ないし16の範囲の を有する誘電体は、化合物  $Mg_2TiO_4$  および  $MgTiO_3$  に基づく。  $>16$  の低ロスなセラミックを得るために、いくつかの道筋に従うことができる。 $CaTiO_3$  は、比較的緩やかなロスを示すが、高い（150～160）および、非常に大きな、 の負の温度係数（およそ -1600 ppm / ）を有する。さらには、 $CaTiO_3$  は、 $Mg_2TiO_4$ （ ～13）および  $MgTiO_3$ （ ～16）と化学的に互換性がある。なお、チタン酸マグネシウムは、中程度の、 の正の温度係数を有する。それゆえ、 $Mg_2TiO_4$  に  $CaTiO_3$  を加えて構成される複合物セラミックは、任意の所望の値で、13ないしおよそ150の をカバーすることができ、 $MgTiO_3$  に  $CaTiO_3$  を加えた複合物は、ほぼ同じ範囲、16ないしおよそ150をカバーする。およそ37ないしおよそ100の をカバーする低ロスなセラミックは、チタン酸バリウムから生成することもできる。典型的には、このシリーズの低端は、化合物  $BaTi_4O_9$  である。 $TiO_2$  含有量を少し増加させると、 $BaTi_4O_9 / Ba_2Ti_9O_{20}$  セラミック複合物または純粋な  $Ba_2Ti_9O_{20}$  が得られる。しかしながら、 は、37ないし39の範囲のままであり、 の温度係数は非常に小さいがわずかな負値である。 ～39ないし100の領域は、 $Ba_2Ti_9O_{20}$  に  $TiO_2$  を加えて構成されるセラミックによって特徴付けられる。 および の温度係数は、 $TiO_2$ （ =100）含有量の増加によって大きさが急速に上昇する。4.5ないし10の比較的低い誘電率を有するセラミックは、通常、レンズ材料として用いるのに最も適していることがわかった。

#### 【0084】

しかしながら、いくつかの実施形態では、これは好ましいことが多いのであるが、レンズは、ガラス、特に、Pyrex（登録商標）（Corning Incorporatedから商業的に利用可能な、透明で熱膨張が小さいホウケイ酸塩ガラス）、水晶、シリカ（二酸化ケイ素）、強誘電性の誘電材料、液晶、少なくとも1つのポリマー、特に、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリスチレン（PS）、ポリイミド（PI）、バイオプラスチック（野菜の油脂、とうもろこしデンプン、エンドウ豆デンプンまたは微生物相などの再生可能な生物資源由来のプラスチック）、フッ素プラスチック；および / または、金属酸化物、特に、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化バリウムまたは酸化ストロンチウム、から、少なくとも部分的に出来ている。特に、適用は、通常、財政上の見地および設計上の見地の両方から用意される。ポリマーは、比較的安く、また、従来の成形、押し出し成形、および / または熱成形技術を用いて形成しやすく、また、著しく設計自由度が高い3D印刷を用いてさえ形成することができる。これに関連して、いくつかの実施形態では、流体、好ましくは空気または脱塩水（誘電体として作用する）、で少なくとも部分的に満たされた少なくとも1つの

10

20

30

40

50

内部空間を取り囲む、少なくとも1つのガラス、水晶、および/または少なくとも1つのポリマーから、少なくとも部分的に出来ているシェルを有するレンズを適用することができる。空気と水の適用によって、用いられる他の材料の量が減少し、これにより、レンズの、またそれゆえ、本発明に係るアンテナの、費用が減少する。レンズは、誘電体共振器アンテナ(DRA)をもたらず誘電体共振器とすることができる。電磁放射は、電波として導入され、送信回路から共振器材の内部へ入り、波は、共振器の壁の間で前方および後方へ跳ね返り、定常波を形成する。共振器の壁は、電波に対し、部分的に透明であり、これにより、電波出力が空間内へ放射することができる。それゆえ、この共振レンズは、金属部分が欠けており、このことは、レンズ内のエネルギー損失に影響を及ぼし、それゆえ、従来の金属アンテナよりも、ロスが少なく、より効率的である。

10

#### 【0085】

好ましい実施形態では、上記接地平面の、上記レンズのほうを向いている表面が、少なくとも部分的に、反射的である。接地平面は、平坦または曲線(カップ形状またはボウル形状)とすることができ、他のアンテナ要素からの電磁波を反射する導電性の表面を有する。平面は、必ずしも接地されていなくてもよい。接地平面としての機能には普通のこととして、導電性の表面は、大きさが、電波の波長の少なくとも4分の1( $\lambda/4$ )でなければならない。もっと高周波のアンテナに対しては、VHFまたはUHFの範囲では、接地平面は、例えば金属盤またはスクリーンによって形成されることができる。上位(upper)のVHFおよびUHFの周波数では、車や飛行機のメッキ層が、そこから突出するホイップアンテナのための接地平面として作用することができる。接地平面は、連続的な表面を有していなくてもよい。接地平面アンテナにおいて、「平面」は、4分の1の波のホイップアンテナのベースから $\lambda/4$ 長放射を行ういくつかのワイヤからなる。接地平面から放射する、レンズから(または他のアンテナから)の電波は、接地平面の他方に配置されたアンテナの鏡像から生じると思われる。モノポールアンテナでは、モノポールアンテナの放射パターンと、仮想的な「像アンテナ」とを合わせたものが、2つの要素の中央に供給されるダイポールアンテナのように見える。そのため、理想的な接地平面の上に載置されたモノポールは、ダイポールアンテナと同一の放射パターンを有する。送信機または受信機からの供給ラインは、モノポール要素の底端と接地平面との間に接続されている。接地平面は、好ましくは、良好な導電性を有し;接地平面のどのような抵抗も、アンテナと直列であり、送信からの損失出力に作用する。接地平面は、プリント回路基板(PCB)に結合されていてもよい。これにより、回路の設計が容易になり、設計者が追加の銅トレースをせずに任意の要素を接地することができ;接地が必要な要素銅ワイヤは、基板の穴を直接通り、別の層上の接地平面へと達する。銅の大きな領域はまた、著しい電圧降下無しに、多くの要素から大きな反流を導き、全ての要素の接地接続が同一の基準電位であることを確実にする。しかしながら、この特定の目的のために、大きな接地平面を用いる主な理由は、通常、回路の一つの部分から他の部分へと、接地(接地ループ)を介して結合された電氣的なノイズおよび干渉と、隣接回路トレース間のクロストークとを減少させることである。

20

30

#### 【0086】

デジタル回路が状態を切り替えると、集積回路から接地回路を通じて大きな電流パルスが流れる。もし電源と接地のワイヤとが大きな抵抗を有すれば、それらの間の電圧降下が、接地ワイヤにノイズ電圧パルスを生成することができ、このパルスは、回路の他の部分に印加される。接地平面のキャパシタンスが大きいので、このキャパシタンスは、電圧の大きな変化無しに、電流パルスを吸収することができる。さらに、プリント回路トレース下の接地平面は、隣接トレース間のクロストークを減少させることができる。2つのトレースが平行であると、他方にリンクする、一方からの磁力線による電磁誘導によって、1つのトレースの電気信号が、他のトレースへと結合されることができ;これはクロストークと呼ばれる。接地平面層が下部にあれば、接地平面は、トレースとともに、送信ライン(ストリップライン)を形成する。反対を向いた反流は、トレースの真下の接地平面を流れる。これは、トレースと接地平面との間の領域への電磁界を制限し、クロストークを減

40

50

小させる。

【0087】

レンズアンテナにおいて、指向性パターンは、空気中の電磁波の伝搬の位相速度と、レンズ材料 ( $n = 1$ ) 中の電磁波の伝搬の位相速度と、の違いの結果である。レンズの形状は、屈折率  $n$  (真空中の電波の伝搬の位相速度とレンズ中の電波の伝搬の位相速度との比率) に依存する。光学的に減速させるレンズアンテナは、 $n > 1$  のものである。この種類のアンテナのレンズは、好ましくは、ポリマーのような、高品質で低ロスな均一な誘電体から出来ている。

【0088】

プローブ構造体は、第1の周波数帯域で通信するように構成された少なくとも1つの第1のプローブと、第2の周波数帯域で通信するように構成された少なくとも1つの第2のプローブと、を有し、これにより、アンテナは、Multiple Input Multiple Output (MIMO) システムにおいて実施することができる。MIMO 技術は、現代の無線通信において非常に高い帯域幅効率とより大きなデータレートとを達成するための新しい技術として近年開発されてきた。MIMO 技術においては、通信システムの入力側と出力側とに複数のアンテナが置かれ、チャンネル容量を改善している。送信機側と受信機側とで採られる、MIMO 供給チャンネルの多次元の統計学的なふるまいとアンテナの設計パラメータとが、データレートの改善を担う。多重入力多重出力 (MIMO) 技術は、最新の事例であり、そこでは、送信機と受信機との両方で複数のアンテナが用いられ、通信性能を改良する。それは、スマートアンテナ技術のいくつかの形式のうちの一つである。MIMO 技術は、無線通信で注目を引いているが、これは、MIMO 技術が、追加の周波数帯域や増大する送信電力無しに、データ処理能力、チャンネル容量およびリンク範囲を著しく増加させるからである。MIMO は、これらの特性により、IEEE 802.11n (Wi-Fi (登録商標))、4G、3GPP Long Term Evolution - ション、WiMAX (Wireless interoperability for microwave access) および HSPA (High Speed Packet Access) などの現代の無線通信標準の重要な一部である。MIMO システムの主な目的は、アレイにおけるアンテナが、より小さな間隔で種々の受信を提供しなければならないことである。アンテナが近接して配置されていると、異なるアンテナの電磁波が互いに干渉して、信号のロスが生じる。MIMO システムでは、設計者が直面する主な問題は、相互カップリングであり、これは、主に、アレイにおけるアンテナ間の電磁相互作用に起因して起こる。この問題は主に、アレイにおけるアンテナ間の小さな間隔に起因して起こる。

【0089】

本発明の好ましい実施形態に係るレンズアンテナに対し、並列的な推論を適用する。それゆえ、特に、プローブ構造体が複数の第1のプローブと複数の第2のプローブとを有する場合、相互カップリングを抑制するために、隣接するプローブ間の距離を十分とることが好ましい。この最小の距離は、電磁放射の波長、レンズの材料、およびプローブの形状に依存する。

【0090】

好ましい実施形態では、アンテナは、プローブ構造体の双方向通信のために、放射送信モードと放射受信モードとの間でプローブ構造体を自動的に切り替える少なくとも1つのプロセッサを有する。より好ましくは、プロセッサは、好ましくは、各周波数帯域での双方向通信のために、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域との間で自動的に切り替えるように構成されている。

【0091】

本発明の好ましい実施形態は、また、電磁信号を送受信するアンテナシステムであって、本発明に係る少なくとも1つのアンテナを有する、アンテナシステムに関する。アンテナシステムは、上述の複数の MIMO 構成のアンテナを有し、ここで、各アンテナは、複数のプローブを有する。システムは、好ましくは、また、少なくとも2つのマルチバンドアンテナと、複数の周波数帯域のうちの少なくとも1つを切り替える少なくとも1つのプロセッサとを有し、それによって、この帯域での信号の送受信の多様性を確実にする。好

ましくは、プロセッサは、切り替え手段を制御するように構成され、ここで、この切り替え手段は、S P D T (Single Port Double Throw) スイッチまたはD P D T (Double Port Double Throw) スイッチである。好ましくは、システムは、さらに、少なくとも1つの上記プロセッサをプログラムするための、またそれゆえ、プロセッサのようなものとしての上記アンテナをプログラミング(構成)するための、少なくとも1つのインターフェース手段を有する。

【0092】

いくつかの実施形態によれば、本発明はさらに、本発明に係るアンテナを製造する方法であって、

(A) 接地平面および/またはレンズが、実質的にスーパー形成された少なくとも1つのベースプロフィールを有し、スーパー形成が、極関数(スーパー式)：

【0093】

【数27】

$$\rho_d(\varphi) = \frac{1}{\sqrt[n_1]{\left|\frac{1}{a} \cos \frac{m_1}{4} \varphi\right|^{n_2} + \left|\frac{1}{b} \sin \frac{m_2}{4} \varphi\right|^{n_3}}}$$

$$a, b \in \mathbb{R}^+; m_1, m_2, n_1, n_2, n_3 \in \mathbb{R}, a, b, n_1 \neq 0$$

【0094】

によって規定され、

$\rho_d(\varphi)$  が、XY平面に位置する曲線であり、

$(0, 2\pi)$  が、角座標である

ように、少なくとも1つの接地平面および/または少なくとも1つのレンズを設計するステップ(A)と、

(B) 上記接地平面、上記レンズおよび、少なくとも1つのプローブを有するプローブ構造体を組み立てるステップ(B)とを有する。

【0095】

いくつかの実施形態によれば、接地平面および/またはレンズを設計するためのスーパー式を用いる利点は、包括的な方法ですでに上に述べた。好ましくは、上記ステップ(B)中に、複数のプローブが、上記接地平面および/または上記レンズに接続される。好ましくは、少なくとも1つのプローブが、第1の周波数帯域で通信するように構成され、少なくとも1つの他のプローブが、第2の周波数帯域で通信するように構成されている。より好ましくは、動作中に、上記レンズの異なる領域が励起されるように、異なるプローブが方向付けられている。これは、相互カップリングを抑制するために視界のラインの外側にプローブが位置するような場合に好ましい。

【0096】

いくつかの実施形態によれば、本発明はさらに、本発明に係るアンテナを用いることによる無線通信での使用方法であって、上記方法は、通信回路をアンテナネットワークに接続するステップを有し、ネットワークは、本発明に係るアンテナを複数個有し、各アンテナは、指定された少なくとも1つの周波数帯域の向きに最適化されている。アンテナの形状および材料の最適化は、特定の目的に完全に依存する。通信回路は、通常、組み合わせて送受信機を形成する、送信機および/または受信機を有する。好ましくは、各アンテナは、複数の周波数帯域での動作に最適化され、そこでは、各プローブは、指定された(単一の)周波数または周波数帯域内で動作するように構成されている。アンテナは、並列または直列のどちらで接続されてもよい。

【0097】

いくつかの実施形態によれば本発明はさらに、本発明に係るアンテナで用いられるようなレンズに関する。本発明はまた、本発明に係るアンテナに用いられるような接地平面に関する。これらのアンテナ要素の利点および実施形態は、包括的な方法で上述した。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 8 】

本発明のさらなる実施形態は、本発明に係るアンテナが用いられる、無線通信装置の R F 送受信機に関する。

## 【 0 0 9 9 】

最後に、いくつかの実施形態では、本発明は、上述の R F 送受信機を有する無線インターフェースを有する電子装置に関する。

## 【 0 1 0 0 】

## 〔 図面の簡単な説明 〕

本発明の種々の説明的な実施形態を、以下の図に示す非限定的な例示的な実施形態に基づいて説明する。図 1 は、スーパー式演算子を用いた、パターンの合成のためおよび / またはパターンの分析のための種々の実施形態に含まれる種々の構成要素を示す概念図であり；

10

図 2 は、スーパー式を用いた、パターンの合成に関する例示的な実施形態で行われうるステップまたはフェーズを示す概念図であり；

図 3 は、本発明に係るレンズアンテナの実施形態の斜視図であり；

図 4 ( a ) および図 4 ( b ) は、本発明の実施形態に係るアンテナ ( 図 4 ( a ) ) の電力密度分布の平面図および他のアンテナ ( 図 4 ( b ) ) の電力密度分布の平面図であり；

図 5 ないし図 9 は、本発明に係る種々のアンテナ構造の概略図であり；

図 1 0 は、本発明の実施形態に係る M I M O 構成のアンテナシステムを示す図であり；

図 1 1 は、本発明の実施形態に係るレンズアンテナの断面図である。

20

## 【 0 1 0 1 】

## 〔 発明の詳細な実施形態 〕

第 1 の態様によれば、図 1 を参照した説明目的のために、これは図 1 6 として米国特許 No. 7,620,527 にも導入されているが、本発明に係るアンテナの接地平面および / またはレンズの形状または波は、以下の例示的な基本ステップの適用によって「合成」することができる。

## 【 0 1 0 2 】

第 1 のステップでは、( 例えば、コンピュータ 1 0 に、すなわち、キーボード 2 0、タッチスクリーン、マウスポインタ、音声認識装置または他の入力装置などを介して、値を入力することによって、または、コンピュータ 1 0 に値を指定させることによって、) パラメータの選択が行われ、コンピュータ 1 0 が、パラメータの選択に基づいて、選択されたスーパー形状を合成するのに用いられる。

30

## 【 0 1 0 3 】

オプションの第 2 のステップでは、選択された形状を適合させるため、最適化を計算するため、などのために、スーパー式を用いることができる。このステップは、グラフィックプログラム ( 例えば 2 D、3 D など ) ; C A D ソフトウェア、有限要素分析プログラム ; 波生成プログラム ; またはその他のソフトウェアの使用を含むことができる。

## 【 0 1 0 4 】

第 3 のステップでは、コンピュータで計算されたスーパー形状を物理的な形式に変換するために、第 1 または第 2 のステップからの出力が用いられ、そのとき、以下のものなどを介する : ( a ) モニタ 3 0 にスーパー形状 3 1 を表示して、プリンタ 5 0 ( 2 - D または 3 - D ) から紙などの貯蔵材 5 2 に式を印刷し ; ( b ) ( 例えば、ステップ 3 の出力に基づいて、機械、ロボットなどの外部装置 6 0 を制御することによって、) コンピュータ支援製造を行い ; ( c ) スピーカシステム 7 0などを介して音 7 1 を生成し ; ( d ) ステレオリソグラフィを行い ; ( e ) 通常は 3 D 印刷技術に基づく、ラビッドプロトタイピングを行い ; および / または ( f ) このような形状を変換する技術で公知の他の方法で上記出力を利用する。

40

## 【 0 1 0 5 】

種々のコンピュータ支援製造 ( 「 C A M 」 ) 技術およびそこから作られた製品は、この分野で公知であり、適切な C A M 技術および出来た製品を選択することができる。C A M

50

技術およびそこから作られた製品のいくつかの例としては、以下の米国特許（括弧内はタイトルである）を参照されたい。これらの開示の全体が参照によってここに導入される：米国特許No. 5,796,986 (Method and apparatus for linking computer aided design databases with numerical control machine database); 米国特許No. 4,864,520 (Shape generating/creating system for computer aided design, computer aided manufacturing, computer aided engineering and computer applied technology); 米国特許No. 5,587,912 (Computer aided processing of three dimensional objects and apparatus therefor); 米国特許No. 5,880,962 (Computer aided processing of 3-D objects and apparatus thereof); 米国特許No. 5,159,512 (Construction of Minkowski sums and derivatives morphological combinations of arbitrary polyhedral in CAD/CAM systems)。

10

# 【 0 1 0 6 】

種々のステレオリソグラフィ技術およびそこから作られた製品は、この分野で公知であり、適切なステレオリソグラフィ技術および出来た製品を選択することができる。ステレオリソグラフィ技術およびそこから作られた製品のいくつかの例としては、以下の米国特許（括弧内はタイトルである）を参照されたい。これらの開示の全体が参照によってここに導入される：米国特許No. 5,728,345 (Method for making an electrode for electrical discharge machining by use of a stereo lithography model); 米国特許No. 5,711,911 (Method of and apparatus for making a three-dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,639,413 (Methods and compositions related to stereo lithography); 米国特許No. 5,616,293 (Rapid making of a prototype part or mold using stereo lithography model); 米国特許No. 5,609,813 (Method of making a three-dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,609,812 (Method of making a three-dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,296,335 (Method for manufacturing fibre-reinforced parts utilizing stereo lithography tooling); 米国特許No. 5,256,340 (Method of making a three-dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,247,180 (Stereo lithographic apparatus and method of use); 米国特許No. 5,236,637 (Method of and apparatus for production of three dimensional objects by stereo lithography); 米国特許No. 5,217,653 (Method and apparatus for producing a stepless 3-dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,184,307 (Method and apparatus for production of high resolution three-dimensional objects by stereo lithography); 米国特許No. 5,182,715 (Rapid and accurate production of stereo lithographic parts); 米国特許No. 5,182,056 (Stereo lithography method and apparatus employing various penetration depths); 米国特許No. 5,182,055 (Method of making a three-dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,167,882 (Stereo lithography method); 米国特許No. 5,143,663 (Stereo lithography method and apparatus); 米国特許No. 5,130,064 (Method of making a three dimensional object by stereo lithography); 米国特許No. 5,059,021 (Apparatus and method for correcting for drift in production of objects by stereo lithography); 米国特許No. 4,942,001 (Method of forming a three-dimensional object by stereo lithography and composition therefore); 米国特許No. 4,844,144 (Investment casting utilizing patterns produced by stereo lithography)。

20

30

40

# 【 0 1 0 7 】

さらに、本発明は、公知のマイクロステレオリソグラフィ処理に用いることができる。それゆえ、例えば、本発明は、コンピュータチップや他の商品の生成に用いることができる。いくつかの説明的な品物は、その開示が参照によってここに導入されるが、以下の通りである：A. Bertsch, H Lorenz, P. Renaud "3D microfabrication by combining microstereolithography and thick resist UV lithography," Sensors and Actuators: A, 73, pp. 14-23, (1999). L. Beluze, A. Bertsch, P. Renaud "Microstereolithography: a new process to build complex 3D objects," Symposium on Design, Test and microfabrication of MEMs/MOEMs, Proceedings of SPIE, 3680(2), pp. 808-817, (1999). A.

50

Bertsch, H. Lorenz, P. Renaud "Combining Microstereolithography and thick resist UV lithography for 3D microfabrication," Proceedings of the IEEE MEMS 98 Workshop, Heidelberg, Germany, pp. 18-23, (1998). A. Bertsch, J. Y. Jezequel, J. C. Andre "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithography using a dynamic mask-generator technique," Journal of Photochem. and Photobiol. A: Chemistry, 107, pp. 275-281, (1997). A. Bertsch, S. Zissi, J. Y. Jezequel, S. Corbel, J. C. Andre "Microstereophotolithography using a liquid crystal display as dynamic mask-generator," Micro. Tech., 3(2), pp. 42-47, (1997). A. Bertsch, S. Zissi, M. Calin, S. Ballandras, A. Bourjault, D. Hauden, J. C. Andre "Conception and realization of miniaturized actuators fabricated by Microstereophotolithography and actuated by Shape Memory Alloys," Proceedings of the 3rd France-Japan Congress and 1st Europe-Asia Congress on Mechatronics, Besancon, 2, pp. 631-634, (1996).

#### 【 0 1 0 8 】

同様に、種々のラピッドプロトタイピング技術およびそこから作られた製品は、この分野で公知であり、適切な技術および出来た製品を選択することができる。例えば、現在利用可能な3つの例示的な3次元モデルのラピッドプロトタイピング方法は、米国特許No. 5,578,227に記載されている通りである。また、これらの開示の全体が参照によってここに導入される：(a) 光で修復できる液体凝固またはステレオリソグラフィ（例えば上述のものを参照）；(b) 選択的レーザー焼結（SLS）またはパウダー層焼結；(c) 融解沈降モデリング（FDM）または押し出し融解樹脂沈降法。ラピッドプロトタイピング技術およびそこから作られた製品のいくつかの例としては、以下の米国特許（括弧内はタイトルである）を参照されたい。これらの開示の全体が参照によってここに導入される：米国特許No. 5,846,370 (Rapid prototyping process and apparatus therefor)；米国特許No. 5,818,718 (Higher order construction algorithm method for rapid prototyping)；米国特許No. 5,796,620 (Computerized system for lost foam casting process using rapid tooling set-up)；米国特許No. 5,663,883 (Rapid prototyping method)；米国特許No. 5,622,577 (Rapid prototyping process and cooling chamber therefor)；米国特許No. 5,587,913 (Method employing sequential two-dimensional geometry for producing shells for fabrication by a rapid prototyping system)；米国特許No. 5,578,227 (Rapid prototyping system)；米国特許No. 5,547,305 (Rapid, tool-less adjusting system for hot stick tooling)；米国特許No. 5,491,643 (Method for optimizing parameters characteristic of an object developed in a rapid prototyping system)；米国特許No. 5,458,825 (Utilization of blow molding tooling manufactured by stereolithography for rapid container prototyping)；米国特許No. 5,398,193 (Method of three-dimensional rapid prototyping through controlled layerwise deposition/extraction and apparatus therefor)。

#### 【 0 1 0 9 】

上述の3つのステップまたはフェーズはまた、図2の概念図に概念的に示してある（ステップ1、2は、示される通り、コンピュータ自身の内部で実行されることができる）。この図は、米国特許No. 7,620,527の図17に対応する。

#### 【 0 1 1 0 】

以下のセクションでは、スーパー式を用いたパターン「合成」の例示的な多くの実施形態をさらに詳細に述べる。

#### 【 0 1 1 1 】

〔 A . 2 - D グラフィックソフトウェア 〕

本発明は、2 - D グラフィックソフトウェアアプリケーションに非常に有用である。

#### 【 0 1 1 2 】

例えば、本発明は、Corel-Draw（商標）およびCorel-Paint（商標）、オープンオフィスアプリケーション、Supergraphx（商標）for Adobe Illustrator and PHOTOSHOP（登

録商標)、Adobe PHOTOSHOP(登録商標)などの従来からの市販のプログラム、Visual Basic(商標)またはWINDOWS(登録商標)での種々の描画プログラム、または、例えば、Lotus WordPro(商標)およびLotus Freelance Graphics(商標)、JAVA(登録商標)、Visual C(商標)、Visual C++(商標)および他の全てのC環境などの、他の環境、に適用されることができる。本発明は、画像合成に実質的な利点を有しているが、これは、とりわけ、(累乗、三角関数などの)古典的な関数を用いたスーパー式を使用するだけでよいので、本アプローチによって、コンピュータのメモリ空間を実質的に節約できるからである。さらに、スーパー式を用いて利用可能な画像形状の数は、実質的に、これまでに利用可能なものを超えて増加している。

【0113】

10

(Paint in WINDOWS(登録商標)、drawing tools in Microsoft Word(商標)、Corel-Draw(商標)、建築設計に用いられるCADなどの)グラフィックプログラムは、コンピュータにプログラムされた形状である「基本要素」を用いる。この基本要素は非常に限定的である:例えば、主に、円、楕円、正方形、長方形に限られることが多い(3-Dでは、容積の基本要素がやはり非常に限定的である)。

【0114】

スーパー式の導入により、2-Dグラフィック(および下記のように3-Dグラフィック)の全体的な可能性を、数オーダー分拡大する。スーパー式は、線形演算子として用いられ、極座標など、および、球座標、円柱座標、均質化された円柱のパラメータの公式化を用いる3-Dなど、多くの異なる方法および公式化で動作することができる。

20

【0115】

2-Dグラフィックソフトウェアアプリケーション内のいくつかの例示的な実施形態は以下の通りである。

【0116】

(a.1.)例えば極座標やXY座標では、コンピュータは、演算子をそのまま使うように適合されることができる。この場合、パラメータは、(例えばオペレータの入力によってまたはコンピュータ自身によって)選択され、(例えばプログラミングを介して)スーパー式における入力として用いられる。個々の形状やオブジェクトは、オブジェクトを印刷や表示するなど、どのような方法で用いてもよい。

【0117】

30

(a.2.)コンピュータはまた、面積、周囲の長さ、慣性モーメントなどを計算するための積分などの演算を実行するように適合されることができる。これに関し、コンピュータは、(a)(例えばキーボード20を介して)オペレータの入力を介してこのような演算の選択または(b)このような演算を実行するための(例えばプリプログラミングを介して)コンピュータの適用のどちらかによって、このような演算を実行するように適合されることができる。

【0118】

(a.3.)コンピュータは、(例えばソフトウェアを介して、)(a)形状を表示または他のやり方で提示し;(b)その表示後にこのような形状の修正をユーザに許可し;および(c)ユーザによって修正された形状を表示する、ように適合されることができる。これに関し、ユーザは、例えばパラメータを変更することによって形状を修正することができる。例示的な実施形態において、コンピュータは、ステップ3で形成された物理的表現に物理的に作用することによって、表示または他のやり方で提示(すなわち上述のステップ3で提示)された形状を有効にするように適合されることができる。好ましい実施形態では、コンピュータは、パターンすなわち画像の側面および/または隅を引っ張ることによって、モニタに表示された形状を修正可能にするように適合されることができる。これに関し、好ましくは、画像31は、コンピュータスクリーンすなわちモニタ30に表示され、ユーザは、自分の手で操作する「マウス」40(または他のユーザが操作するスクリーンやディスプレイのポインタデバイス)を使用して、表示されたポインタ32を形状上に置き、それを「クリック」および新しい位置33へ「ドラッグ」することができ、

40

50



それによって、スーパー形状を加減して、新しい「スーパー形状」構成 3 4 を担うようにすることができる。これは、式およびパラメータの再計算をも含んでいる。

【 0 1 1 9 】

( a . 4 . ) コンピュータはまた、( a . 1 ) または ( a . 3 ) で生成した個々の形状のうちの 1 つより多いものが当該動作によってそれぞれ重ね合わせ処理を通じて一緒に取られるような、動作を実行するように適合されることができる。いくつかの場合、例えば重ね合わせおよび / または繰り返しなどによって組み合わされた個々のスーパー形状は、例えば、異なるセクションや領域を有する形状を形成するために組み合わせ可能である領域やセクションであってもよい ( 1 つの説明的例として、例えば 0 と / 2 との間の円の領域は、 / 2 と との間の正方形の領域と組み合わせて、多成分形状 ( multi-component shape ) を形成することができる ) 。コンピュータはまた、形成されたスーパー形状へのさらなる動作を実行するように適合されることができる。例えば、このような形状を、平たくする、曲げる、引き伸ばす、拡大する、回転させる、移動または平行移動させる、またはその他のやり方で修正する。

【 0 1 2 0 】

[ B . 2 - D グラフィックソフトウェア ]

2 - D アプリケーションと同様に、本発明は、3 - D グラフィックソフトウェアアプリケーションに非常に有用である ( 他の種々の次元でも同様である ) 。

【 0 1 2 1 】

本発明は、例えば、コンピュータ支援設計 ( 「 C A D 」 ) ソフトウェア、有限要素分析 ( 「 F E M 」 ) のためのソフトウェア、Supergraphx 3D Shape Explorer、C S T、Ansoft HFSS、Remcom XFDTD、EMSS Feko、Empire XCcelなどのアンテナ設計および分析ソフトウェア、建築設計ソフトウェアなどに適用されることができる。本発明は、例えば、種々の適用に対し、スプライン関数よりもむしろ、単一の連続関数を用いることを許可する。C A D の産業上の適用は、例えば、ラピッドプロトタイピングや、3 D 印刷を含むコンピュータ支援製造 ( 「 C A M 」 ) を含む。

【 0 1 2 2 】

図 3 を参照し、ここでは、本発明の好ましい実施形態に係るレンズアンテナ 3 0 0 の実施形態を示す。アンテナ 3 0 0 は、接地平面 3 0 1、接地平面 3 0 1 に載置された電磁レンズ 3 0 2、および、プローブ 3 0 3 だけが示されているプローブ構造体を有する。レンズ 3 0 2 は、スーパー式に準拠するプリズム形状を有する。レンズ 3 0 2 は、この例では P V C から出来ている。レンズ 3 0 2 は、プローブを収容する収容空間 3 0 4 を備える。接地平面 3 0 1 は金属で出来ている。プローブ 3 0 3 と接地平面 3 0 1 との両方は、通常、制御回路 ( 図示せず ) を介して、バッテリー ( D C ) または主電源 ( A C ) などの電源に接続されている。この実施形態では、レンズ 3 0 2 は、レンズアンテナ 3 0 0 を誘電体共振器アンテナ ( D R A ) にする誘電体共振器として作用する。レンズ 3 0 2 はスーパー式に準拠するので、このアンテナ 3 0 0 はまた、スーパー形状アンテナ ( S - D R A ) とみなすこともできる。接地平面 3 0 1 として作用する回路金属板は、半径平面を有する。アンテナ 3 0 0 は、接地平面レベルのところで長さ  $h_p$  および直径  $d_p$  の電気プローブ 3 0 3 へ向きを変える同軸コネクタによって、底部側から供給されている。プローブは、(  $x_p$ 、 $y_p$ 、0 ) に位置する。金属の接地平面 3 0 1 は、半径  $r_g$  および厚み  $t_g$  を有する。プリズムレンズ 3 0 2 は、z 方向に沿った軸と、極関数：

【 0 1 2 3 】

【 数 2 8 】

$$\rho_d(\varphi) = \left[ \left| \frac{1}{a} \cos \left( \frac{m}{4} \varphi \right) \right|^{n_2} + \left| \frac{1}{b} \sin \left( \frac{m}{4} \varphi \right) \right|^{n_3} \right]^{-1/n_1}$$

【 0 1 2 4 】

によって規定されるベースプロファイルとを有する。ここで、 $\rho_d(\varphi)$  は、X Y 平面に

位置する曲線であり、 $[0, 2]$  が、角座標である。この例では、図 3 に示すように、レンズ 302 の形状に到達するために、以下の値が用いられる： $a = b = 1$ ； $m = 4$ ；および  $n_1 = n_2 = n_3 = 1/2$ 。

#### 【0125】

この説明的例でレンズ 302 のために用いられる PVC は、低コストおよび処理のしやすさの理由から大量に製造される熱可塑性ポリマーである。さらに、PVC は、化学腐食に対して非常に耐久性および抵抗性があり、それゆえ、アウトドアの適用に非常によく適合している。さらに、PVC は、異なる材料と混ぜて広範囲の物理的特性を提供することができる。それゆえ、PVC の使用は、複雑に形成された誘電体共振器 / レンズアンテナを、従来のドリルあけ / 機械加工またはより有利な 3 次元印刷技術を用いることによって製造する安価なオプションとなることができる。さらに、これは、居住ユニットなどの居住構造、オフィスビル、劇場、スタジアムなどで無線通信に用いられるとき、提案された放射構成の審美的な品質を高めるうえで、非常に重要である。PVC は、複雑な共振器 / レンズ形状の実施を可能にするだけでなく、その低い誘電率ゆえ、アンテナの Q 係数の低下に、またそれゆえ、業務周波数帯域の拡大ならびにエネルギー放射レベルの増大に、有利に働く。提案されたラジエータは、部分帯域幅およびゲインの両方の点で、古典的な誘電体共振器 / レンズアンテナよりも優れていることが分かった。プラスチック材料を使用することによって、製造コストを下げて、このような性能を達成できる。この特徴は、新世代の無線マルチメディア適用に典型的な大量製造の状況に特に好ましい。特定の適用に仕立てられたアンテナの単一の製造のための 3D 印刷を使用することもできる。典型的には、3D 印刷において、所望の通りに形成するために、連続的な材料層の順次積層をする追加の処理を用いることによって、3 次元の固体のオブジェクトが形成される。大量製造と 3D 印刷との両方において、材料の誘電率に応じて、生分解性プラスチックとプラスチックの組み合わせを含め、種々のプラスチックを使用することができる。

#### 【0126】

レーダー、衛星および無線通信のためのアンテナの製造は、典型的には、製造工程での大量の二酸化炭素の排出レベルゆえ、著しい環境へのインパクトのある、高価なマイクロ波材料を使用すること、および、リサイクルの困難さを伴う。他方、スーパー形成された誘電体共振器およびレンズの製造において、プラスチック、特にポリ塩化ビニル (PVC) の提案された使用は、持続可能性の点で明らかな利点を有する。事実、PVC は、リサイクルに非常に適した材料であり、また、これはほとんど塩素から出来ており、塩素は地球に豊富にある普通の塩に由来するので、自然の資源の必要量が少ない。それゆえ、他のプラスチックと比べて、PVC は、再生不可能な資源である石油の節約に著しく寄与する。また、PVC は、他のポリマーの製造に必要なエネルギーのおよそ 80% しか必要としない。最後に、好ましい環境効果を有するスーパー形成された誘電体共振器 / レンズアンテナの製造において、代替の低炭素材料も利用でき、また、回路特性および放射特性の点で良好な装置性能を維持していることも強調すべきである。

#### 【0127】

また、他の実施形態では、高度に持続可能な方法でアンテナを製造するために、他の種々の材料を使用することができる。さらに、機械的または電子的な操作によってまたは他の物理的な力を用いることによって修正された形状変化の力学を用いて、そのふるまいを特定の目的に修正する動的な形状変化を有するアンテナを用いることができる。

#### 【0128】

レンズ 302 の形状は、円筒状のレンズの場合の分布と比べて、好ましい方向での比較的良好な電力密度分布が得られるような形状である (本発明の例示的实施形態を示す図 4 (a) および円筒状のレンズの例を示す図 4 (b) 参照)。

#### 【0129】

高周波では、スーパー形成されたレンズアンテナの放射特性は、光学光線近似に基づく専用の漸近的技術を用いて研究することができる。特に、レンズ領域内の電磁界伝搬を分析するために、幾何光学を用いる。そのとき、多重の内部反射の寄与を適切に考慮し、特

に、比較的大きな誘電率を有する誘電材料が用いられるようなモデリング処理の正確さを高めているが、これは、この場合、高次反射光線に関するエネルギー量が無視できるような一般的な仮説が適用できないからである。最後に、等価原理により、レンズ外の電磁界は、空気領域との境界面に沿った等価な電流および磁流分布の自由空間での放射によって評価することができる。開発された設計方法論では、これらの流れは、物理光学的方法に関する幾何光学フィールドに対するレンズの表面に沿ったローカルなフレネル透過係数の適用によって決定される。これに関連して、Gielisの式の採用は、レンズプロフィールを自動的に再形成する可能性へと変形し、それによって、最適なアンテナ性能を生む幾何パラメータを識別するために、Genetic Algorithms、Neural Networks、Particle Swarm OptimisationおよびAnt Colony Optimizationなどの任意の自動的な最適化処理を適用することができる。

10

【 0 1 3 0 】

レンズ領域の外に送信される電界分布は、便宜的に

【 0 1 3 1 】

【 数 2 9 】

$$\vec{E}_t = \sum_m \vec{E}_t^m \quad (6)$$

【 0 1 3 2 】

として評価され、ここで、

【 0 1 3 3 】

20

【 数 3 0 】

$$\vec{E}_t^m = \left\| \vec{E}_r^m \right\| e^{j \angle \vec{E}_r^m} \frac{(\hat{n} \times \hat{k}_t^m) \times \hat{k}_t^m}{\left\| (\hat{n} \times \hat{k}_t^m) \times \hat{k}_t^m \right\|} + E_{t\perp}^m \frac{\hat{n} \times \hat{k}_t^m}{\left\| \hat{n} \times \hat{k}_t^m \right\|} \quad (7)$$

【 0 1 3 4 】

は、次数mの内部反射処理に関する電界分布を表す。(7)において、

【 0 1 3 5 】

【 数 3 1 】

$$\hat{n}$$

【 0 1 3 6 】

30

は、レンズの表面への法線を表し、

【 0 1 3 7 】

【 数 3 2 】

$$\hat{k}_t^m = \vec{k}_t^m / \left\| \vec{k}_t^m \right\|$$

【 0 1 3 8 】

は、

【 0 1 3 9 】

【 数 3 3 】

$$\left\| \vec{k}_t^m \right\| = 2\pi / \lambda_0$$

40

【 0 1 4 0 】

を有するレンズから送信されるm次の反射ビームの正規化された波伝搬ベクトルであり、 $\lambda_0$ は、真空中の動作波長である。特に、

【 0 1 4 1 】

【 数 3 4 】

$$\vec{E}_r^m$$

【 0 1 4 2 】

および

【 0 1 4 3 】

50

【数 3 5】

$$E_{i\perp}^m$$

【0 1 4 4】

は、それぞれ、m 次の反射ビームに由来する送信される波の寄与の、平行および直交の成分である。これらの界の量は、適切なフレネル透過係数を有するレンズの表面に影響を及ぼす内部界

【0 1 4 5】

【数 3 6】

$$\vec{E}_i^m$$

【0 1 4 6】

10

の成分

【0 1 4 7】

【数 3 7】

$$\vec{E}_r^m, E_{i\perp}^m$$

【0 1 4 8】

を掛けることによって決定される。今度は、以下の関係を用いて、

【0 1 4 9】

【数 3 8】

$$\vec{E}_r^m, E_{i\perp}^m$$

【0 1 5 0】

20

の評価が行われる：

【0 1 5 1】

【数 3 9】

$$E_{i\perp}^m = \vec{E}_i^m \cdot \frac{\hat{n} \times \hat{k}_i^m}{\|\hat{n} \times \hat{k}_i^m\|} \quad (8)$$

$$\vec{E}_r^m = \vec{E}_i^m - E_{i\perp}^m \frac{\hat{n} \times \hat{k}_i^m}{\|\hat{n} \times \hat{k}_i^m\|} \quad (9)$$

【0 1 5 2】

30

一般的な点 P における入射界

【0 1 5 3】

【数 4 0】

$$\vec{E}_i^m(P)$$

【0 1 5 4】

は、もし  $m = 1$  であれば、ソースの遠距離電磁界パターンを用いることによって直接計算できる。他方、もし  $m > 1$  であれば、

【0 1 5 5】

【数 4 1】

$$\vec{E}_i^m(P)$$

【0 1 5 6】

40

は、

【0 1 5 7】

【数 4 2】

$$\vec{E}_i^m(P) = \vec{E}_r^m(P_m) e^{jk_i d} \quad (10)$$

【0 1 5 8】

として、m 次の反射波寄与から得られ、d は、観察点 P と、反射が起こる点  $P_m$  との間の Euclidean 距離を表す。(10) に現れる、反射される界

【0 1 5 9】

50

【数 4 3】

$$\vec{E}_i^m(P_m)$$

【 0 1 6 0 】

は、

【 0 1 6 1 】

【数 4 4】

$$\vec{E}_r^m(P_m) = \left\| \vec{E}_r^m \right\| e^{j\angle \vec{E}_r^m} \frac{(\hat{n} \times \hat{k}_r^m) \times \hat{k}_r^m}{\left\| (\hat{n} \times \hat{k}_r^m) \times \hat{k}_r^m \right\|} + E_{r\perp}^m \frac{\hat{n} \times \hat{k}_r^m}{\left\| \hat{n} \times \hat{k}_r^m \right\|} \quad (11)$$

【 0 1 6 2 】

10

によって得られ、入射平面に関して平行および直交する成分

【 0 1 6 3 】

【数 4 5】

$$\vec{E}_r^m$$

【 0 1 6 4 】

および

【 0 1 6 5 】

【数 4 6】

$$E_{r\perp}^m$$

【 0 1 6 6 】

20

は、点  $P_m$  での入射界の対応する成分

【 0 1 6 7 】

【数 4 7】

$$E_i^m$$

【 0 1 6 8 】

および

【 0 1 6 9 】

【数 4 8】

$$E_{i\perp}^m$$

【 0 1 7 0 】

30

を、適切なフレネル反射係数と掛けることによって計算される。(11)において、

【 0 1 7 1 】

【数 4 9】

$$\hat{k}_i^m = \vec{k}_i^m / \left\| \vec{k}_i^m \right\|$$

【 0 1 7 2 】

は、入射界の正規化された波ベクトルであり、

【 0 1 7 3 】

【数 5 0】

$$\left\| \vec{k}_i^m \right\| = 2\pi n_d / \lambda_0$$

40

【 0 1 7 4 】

であり、 $n_d$ は、レンズを形成する誘電材料における屈折率である。

【 0 1 7 5 】

一旦幾何光学フィールドが評価されたら、レンズの表面に沿った等価な電流密度

【 0 1 7 6 】

【数 5 1】

$$\vec{J}_s$$

【 0 1 7 7 】

50

および磁流密度

【 0 1 7 8 】

【 数 5 2 】

$$\vec{M}_s$$

【 0 1 7 9 】

を直接決定することができる。このようにして、物理光学的方法に沿って、観察点

【 0 1 8 0 】

【 数 5 3 】

$$P_{FF} \equiv (r_{FF}, \theta_{FF}, \phi_{FF})$$

10

【 0 1 8 1 】

におけるアンテナによって放射される電磁界は、積分表現

【 0 1 8 2 】

【 数 5 4 】

$$\vec{E}_{FF}(P_{FF}) = j \frac{e^{-jk_0 r_{FF}}}{2\lambda_0 r_{FF}} \int_S [\eta_0 \vec{J}_s(P) \times \hat{u}_0 - \vec{M}_s(P)] \times \hat{u}_0 e^{jk_0 \vec{r} \cdot \hat{u}_0} dS \quad (12)$$

【 0 1 8 3 】

を用いて容易に計算することができ、ここで、

【 0 1 8 4 】

20

【 数 5 5 】

$$\hat{u}_0$$

【 0 1 8 5 】

は、一般的な点

【 0 1 8 6 】

【 数 5 6 】

$$P \equiv (r, \theta, \phi)$$

【 0 1 8 7 】

におけるレンズ表面に垂直な単位ベクトルである。

【 0 1 8 8 】

30

図 5 ないし図 9 は、本発明の説明的な実施形態に係る種々のアンテナ構造の概略図である。

【 0 1 8 9 】

図 5 は、シングルバンドアンテナ 5 0 0 を示し、これは、スーパー形成されたレンズ 5 0 1、レンズ 5 0 1 に接続された反射スーパー形成接地平面 5 0 2、および、レンズ 5 0 1 に電磁放射を供給するおよび / またはレンズ 5 0 1 から電磁放射を受信する導波管 5 0 3 を有する。

【 0 1 9 0 】

図 6 は、デュアルバンドアンテナ 6 0 0 を示し、これは、互いに特有の形状を有する 2 つの異なるプローブ 6 0 2、6 0 3 を有する。レンズ 6 0 1 およびプローブ 6 0 2、6 0 3 は、平坦な接地平面 6 0 4 に接続されている。いくつかの実施形態では、平坦な接地平面 6 0 4 の代わりに、曲がったあるいは他の形成の接地平面 6 0 4 を用いることができる。プローブ 6 0 2、6 0 3 のそれぞれは、同軸コネクタ 6 0 5、6 0 6 から延び、同軸コネクタ 6 0 5、6 0 6 も接地平面 6 0 4 に接続されている。レンズ 6 0 1 は、いくつかの実施例ではシリコンで出来ている。いくつかの実施例では、最も短いプローブ 6 0 2 は、2.4 GHz の周波数帯域内で動作するように構成され、最も長いプローブ 6 0 3 は、5 GHz の周波数帯域内で動作するように構成されており、これにより、このコンパクトなアンテナ 6 0 0 は、デュアルバンドの Wi-Fi (登録商標) アンテナとして作用するのに十分適している。

40

【 0 1 9 1 】

50

図7は、シングルバンドアンテナ700を示し、これは、レンズ701、および、レンズ701に接続されたスーパー形成接地平面702を有し、ここで、接地平面702には、レンズ701と、接地平面702が取り付けられている絶縁プリント回路基板(PCB)との間の、スロットまたは空洞を形成する中央の穴703が設けられている。PCB704の後ろ側には、導電性のマイクロストリップ705が設けられている。接地平面702とマイクロストリップ705とをバッテリー706などの電源に接続することによって、マイクロストリップ705と接地平面702との間に、静止した平坦な波面が形成され、この波面は、中央の穴703を介してレンズ701に入り、レンズ701内の球面波面に入る。レンズ701内の電磁放射は、レンズの形状(スーパー形状)に応じて、また最終的には接地平面702のスーパー形状に応じて、制御されながら内部で反射して励起される。このメカニズムは、スロット供給アンテナとも呼ばれる。

10

## 【0192】

図8は、スーパー形成されたレンズ801を有するシングルバンドアンテナ800を示し、レンズ801は、絶縁層802と接地平面として働く導電層803との積層に接続されている。導電層803には、中央のプローブ805が通って延びる中央の穴804が設けられている。プローブ805の外側端は、レンズ801内に位置してレンズ801の内部へおよび/またはレンズ801の外へ電磁を結合させるように構成された導電パッチ806に接続されている。プローブ805はまた、プロセッサを含む制御回路807に接続されている。プローブ805および導電層803の両方は、AC電源808に接続されている。制御回路807は、アンテナ800の目的(信号の送信、受信および両方)およびさらにはアンテナ800によって用いられる周波数帯域などのアンテナ800の特徴を規定することをユーザに許可する、コンピュータインターフェース809を用いてプログラムされるように構成されている。いくつかの実施形態では、アンテナにはまた、種々の周波数および/または種々の周波数帯域で同時に動作することをアンテナに許可するために、複数のプローブおよびパッチが設けられていてもよい。

20

## 【0193】

図9は、スーパー形成された誘電体共振器901を有するシングルバンドアンテナ900を示し、誘電体共振器901は、第1の絶縁層902と、接地平面として働く導電層903と、第2の絶縁層904と、マイクロストリップ905との積層に接続されている。いくつかの実施形態では、共振器901は、PVCまたはテフロン(登録商標)またはポリマーとセラミックとの組み合わせ/混合物から出来ている。共振器901の内部および第1の絶縁層902の上には、導電パッチ906が設けられている。パッチ906は、平坦な形状またはスーパー形成された形状のどちらかを持つことができる。接地平面903は、金属および/または導電ポリマーから出来ており、中央の穴907が設けられており、マイクロストリップ905は、外側端がパッチ906に一致するように位置する。マイクロストリップ905と(中間の)接地平面903とを電源908に接続することによって、マイクロストリップ905と接地平面903との間に形成される電磁平坦波面が形成され、これが、球面波面がレンズに伝搬するようにパッチ906を励起する。アンテナ900は、例えばルータ、ノートブックまたは携帯電話などの電子装置909の一部を成すことができる。

30

40

## 【0194】

図10は、本発明のいくつかの実施形態に係るMIMO構成のアンテナシステム1000を示し、これは、本発明に係る複数のアンテナ1001、1002を有し、ここで、アンテナ1001、1002は、互いに無線で双方向に通信するように構成されている。第1のアンテナ1001は、複数のプローブ1003、1004、1005を有し、ここで、2つのプローブ1003、1004は同一の形状を有して、同じ第1の周波数帯域内で動作するように構成され、一方、他のプローブ1005は、異なる形状を有し、別の第2の周波数帯域内で動作するように構成されている。プローブ1003、1004、1005は、プローブ1007によって支持されているスーパー形成されたレンズ1006によって取り囲まれている。プローブは、制御回路(図示せず)に接続されている同軸コネク

50

タ 1 0 0 8 , 1 0 0 9 , 1 0 1 0 の一部を成している。2つの同一のプローブ 1 0 0 3 , 1 0 0 4 は、通信を改善するために、そしてそれゆえこの第 1 のアンテナ 1 0 0 1 の信頼性を改善するために、互いから十分離して相互に位置させて用いられる。他方のアンテナ 1 0 0 2 は、2つのプローブ 1 0 1 1 , 1 0 1 2 を有し、第 1 のプローブ 1 0 1 1 は、第 1 の周波数帯域内で動作するように構成され、他のプローブ 1 0 1 2 は、第 2 の周波数帯域内で動作するように構成されている。プローブ 1 0 1 1 , 1 0 1 2 は、接地板 ( 接地平面 ) 1 0 1 4 によって支持されている、スーパー形成されたレンズ 1 0 1 3 によって取り囲まれている。プローブは、制御回路 ( 図示せず ) に接続されている同軸コネクタ 1 0 1 5 , 1 0 1 6 の一部を成している。

#### 【 0 1 9 5 】

10

図 1 1 は、本発明のいくつかの実施形態に係るレンズアンテナ 1 1 0 0 の断面を示す。アンテナ 1 1 0 0 は、その上にスーパー形成されたレンズ 1 1 0 2 が位置している反射接地平面 1 1 0 1 を有する。レンズ 1 1 0 2 の形状は、図 3 に示すようなレンズ 3 0 2 の形状と類似または同一である。図示したように、周囲壁 1 1 0 3 は、互いに接続された 4 つの凹の壁部分 1 1 0 3 a , 1 1 0 3 b , 1 1 0 3 c , 1 1 0 3 d を有し、その結果、4 つの隅 1 1 0 4 a , 1 1 0 4 b , 1 1 0 4 c , 1 1 0 4 d が規定されている。凹の壁部分の一つである 1 1 0 3 a には、選択的な波形形状のプロフィール ( 輪郭 ) が設けられている。いくつかの実施形態では、レンズ 1 1 0 2 は、誘電材料から出来ている。アンテナ 1 1 0 0 は、2つのプローブ 1 1 0 5 , 1 1 0 6 を有し、各プローブ 1 1 0 5 , 1 1 0 6 は、レンズ 1 1 0 2 の隅 1 1 0 4 , 1 1 0 4 b に位置する。プローブ 1 1 0 5 , 1 1 0 6 の位置は、プローブが、互いの視界のラインに無いような位置である ( 一点鎖線 A で簡略化して示した ) 。プローブ 1 1 0 5 , 1 1 0 6 によって励起された電磁放射は、壁部分 1 1 0 3 a , 1 1 0 3 b , 1 1 0 3 c , 1 1 0 3 d によって、特に、中間の波形形状の壁部分 1 1 0 3 a によって、他のプローブ 1 1 0 5 , 1 1 0 6 から遠ざかる方向へ反射され ( 矢印参照 ) 、それによって、相互カップリングおよびそれゆえ干渉を抑制することができる。

20

#### 【 0 1 9 6 】

本発明は、ここに示した例示的な実施形態に限定されず、添付の特許請求の範囲内で無数の変形例が可能であることは明らかであり、この分野の当業者に自明である。また、この開示に基づいて、本発明が、無数の進歩した装置、要素、態様、方法などを含む無数の実施形態を有することを理解すべきである。この開示では、「本発明」との言及は、本発明の全ての実施形態に印加することを意図しない。

30

#### 【 0 1 9 7 】

この要約は、この開示内で展開された議論において提供される技術に基づく多くの教示と変形の消耗的なリスト無しに、明細書内に開示された概念への導入を提供することを意図する。それゆえ、この要約の内容は、後述の特許請求の範囲を制限するために用いるべきではない。

#### 【 0 1 9 8 】

進歩的な概念が一連の実施例にて説明され、いくつかの実施例は、一つより多い進歩的概念を示している。個々の進歩的概念は、特定の実施例で提供される全ての詳細を実施すること無しに実施することができる。当業者は、種々の実施例で説明された進歩的概念が、特定の適用に対応するために共に組み合わせることを認識するので、後述の進歩的概念の考え得る全ての組み合わせの例を提供することは必要ではない。

40

#### 【 0 1 9 9 】

開示された教示の、他のシステム、方法、特徴および利点は、以下の図面および詳細な説明の調査に基づき当業者に明らかになるであろう。このようなさらなるシステム、方法、特徴および利点は、添付の特許請求の範囲内に含まれ、それによって保護されることが意図されている。

#### 【 0 2 0 0 】

請求項における限定 ( 例えばあとで追加されるべきものを含む ) は、請求項に用いられた文言に基づいて広く解釈されるべきであり、本明細書に記載の実施例または出願の審査

50



中に限定されるべきではなく、この実施例は、非排他的なものと解釈すべきである。例えば、本開示においては、「好ましくは」との用語は、非排他的であり、「好ましいが、これには限定されない」ということを意味する。この開示および出願の審査中において、手段プラス機能またはステッププラス機能の限定は、特定の請求項の限定に対し、以下の条件の全てがその限定に存在する場合にのみ採用される：(a)「のための手段」、「のためのステップ」が明示的に用いられ；(b)対応する機能が明示的に用いられ；(c)構造、材料またはその構造を支持する動作が記載されていない。この開示および出願の審査中において、「本発明」または「発明」との用語は、本開示内の1つまたはそれより多い態様への言及として用いることができる。「本発明」または「発明」との用語は、重要性を示すものとして不適切に解釈すべきでなく、全ての態様または実施形態を横切って印加するように不適切に解釈すべきでなく（すなわち、本発明は、多くの態様および実施形態を有することを理解すべきである）、また、出願または請求項の範囲を限定するものとして不適切に解釈すべきでない。この開示および出願の審査中において、「実施形態」との用語は、任意の態様、特徴、処理またはステップ、それらの任意の組み合わせ、および／または、それらの一部分、などを記述するのに用いることができる。いくつかの実施例では、種々の実施形態が、重複する特徴を含むことができる。この開示において、「例えば」を意味する「e.g.」との略語を用いることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0201】

【図1】スーパー式演算子を用いた、パターンの合成のためおよび／またはパターンの分析のための種々の実施形態に含まれる種々の構成要素を示す概念図である。

20

【図2】スーパー式を用いた、パターンの合成に関する例示的な実施形態で行われうるステップまたはフェーズを示す概念図である。

【図3】本発明に係るレンズアンテナの実施形態の斜視図である。

【図4(a)】本発明の実施形態に係るアンテナの電力密度分布の平面図である。

【図4(b)】他のアンテナの電力密度分布の平面図である。

【図5】本発明に係る種々のアンテナ構造の概略図である。

【図6】本発明に係る種々のアンテナ構造の概略図である。

【図7】本発明に係る種々のアンテナ構造の概略図である。

【図8】本発明に係る種々のアンテナ構造の概略図である。

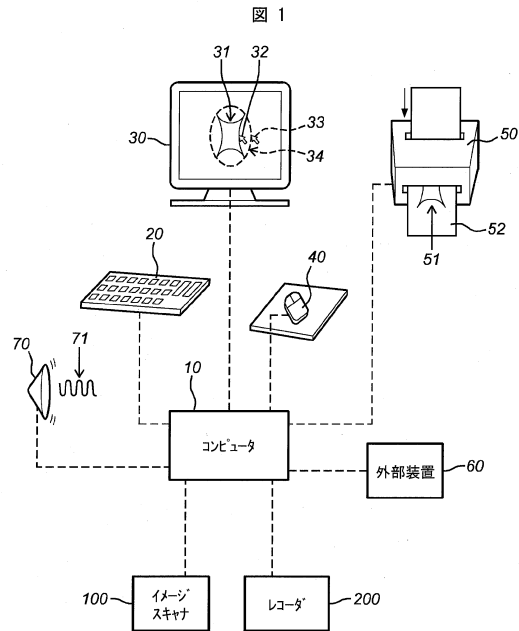
30

【図9】本発明に係る種々のアンテナ構造の概略図である。

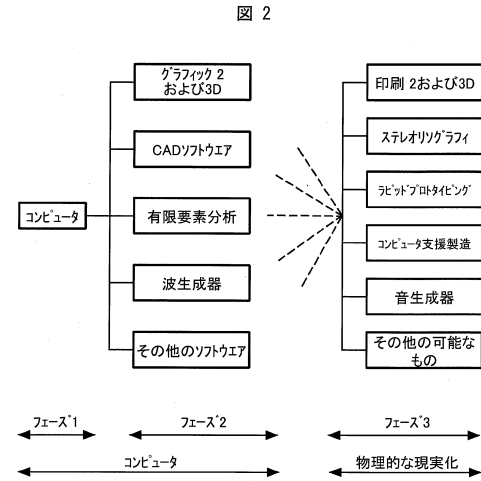
【図10】本発明の実施形態に係るMIMO構成のアンテナシステムを示す図である。

【図11】本発明の実施形態に係るレンズアンテナの断面図である。

【図 1】



【図 2】



【図 3】

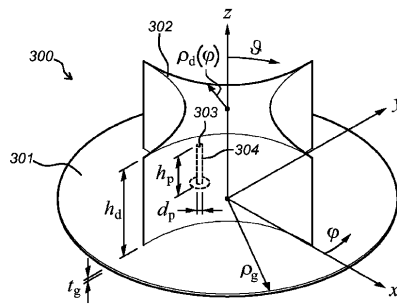


Fig. 3

【図 4 ( a )】

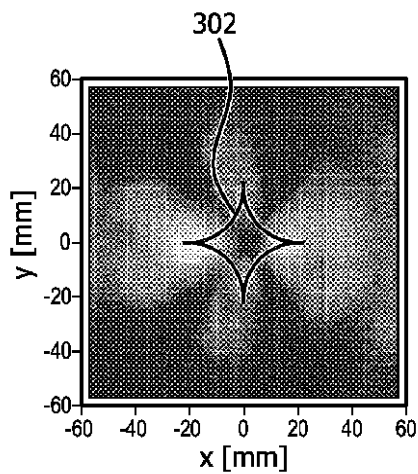


Fig. 4(a)

【図 4 ( b )】

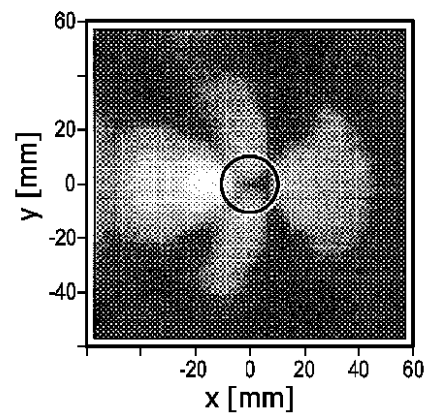


Fig. 4(b)

【図 5】

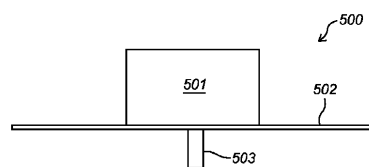


Fig. 5

【図 6】

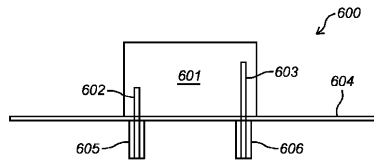


Fig. 6

【図 7】

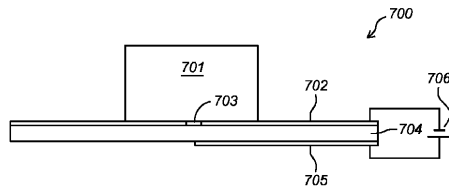


Fig. 7

【図 8】

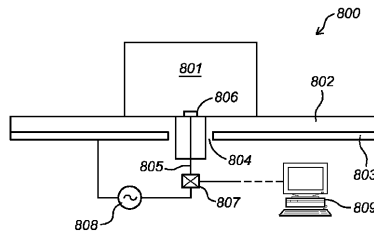


Fig. 8

【図 10】

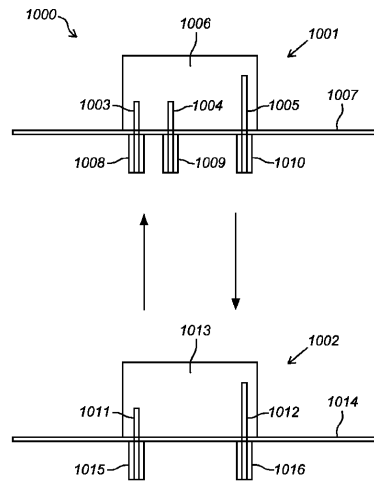


Fig. 10

【図 9】

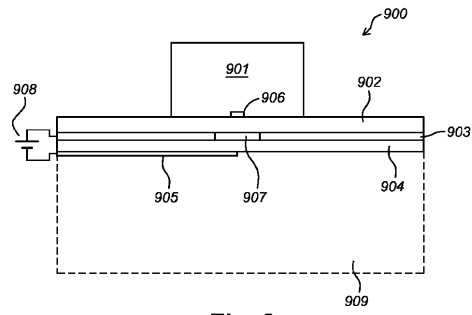


Fig. 9

【図 11】

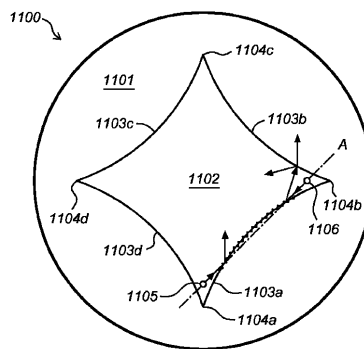


Fig. 11

---

フロントページの続き

(72)発明者 ギエリ, ヨハン レオ アルフォンス  
ベルギー, ベー - 2018 アントウェルペン, ノッテボームストラート 8

審査官 岩井 一央

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0041728(US, A1)  
米国特許出願公開第2010/0220031(US, A1)  
米国特許出願公開第2005/0068251(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01Q 1/00 - 25/04