

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-512347

(P2005-512347A)

(43) 公表日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int.Cl.⁷

H01Q 13/10

H01Q 1/42

H01Q 21/24

H01Q 23/00

F I

H01Q 13/10

H01Q 1/42

H01Q 21/24

H01Q 23/00

テーマコード (参考)

5J021

5J045

5J046

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2002-581632 (P2002-581632)
 (86) (22) 出願日 平成14年3月22日 (2002.3.22)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年10月9日 (2003.10.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/009015
 (87) 国際公開番号 W02002/084800
 (87) 国際公開日 平成14年10月24日 (2002.10.24)
 (31) 優先権主張番号 09/829,192
 (32) 優先日 平成13年4月10日 (2001.4.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

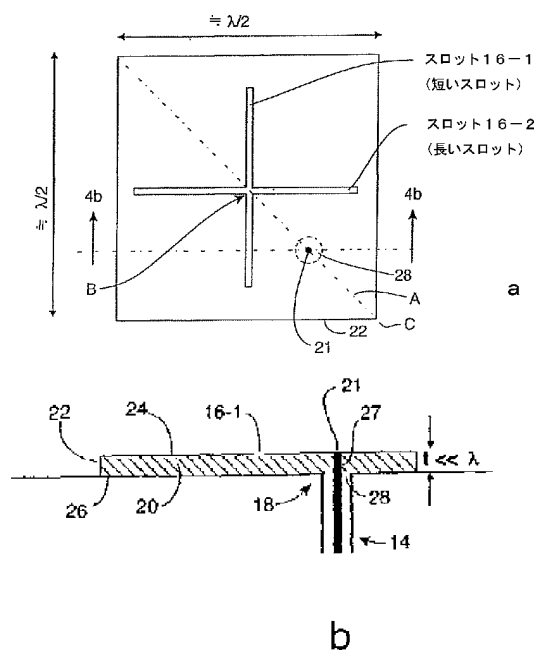
(71) 出願人 501411651
 エイチアールエル ラボラトリーズ, エル
 エルシー
 HRL LABORATORIES, L
 LC
 アメリカ合衆国, 90265-4799
 カリフォルニア州, マリブ, マリブ キャ
 ニオン ロード 3011
 3011 Malibu Canyon
 Road, Malibu, CA 90
 265-4799, United St
 ates of America
 (74) 代理人 100083839
 弁理士 石川 泰男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 乗物用通信のための扁平スロットアンテナと、その作製および設計の方法

(57) 【要約】

交差スロットアンテナと、それを作製する方法と、それを設計する方法。このアンテナは、その反対側の諸表面上に導電材料を有するキャビティ構造と、わずかに長さが異なり、互いに角度90度で、または角度90度近くで交わる前記導電材料内の2つのスロットとを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共鳴周波数を有する交差スロットアンテナであって、

(a) 内部にキャビティを画定する導電構造と、

(b) 前記導電構造内に形成された第 1 および第 2 のスロットであって、前記一方のスロットがアンテナの共鳴周波数より上の共鳴周波数を有するように、また、前記第 2 のスロットがアンテナの共鳴周波数より下の共鳴周波数を有するように、前記スロットの長さが異なるスロットと、

(c) スロットからの無線周波数信号を共通給電点に結合するように構成された共通給電点と、

を備えるアンテナ。

10

【請求項 2】

前記構造内のキャビティが、少なくとも部分的に中実の誘電材料で充填されている請求項 1 に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 3】

前記構造内のキャビティが、中実の誘電材料で完全に充填されている請求項 1 に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 4】

構造が 2 つの主要な反対側の表面を有し、スロットが前記表面の第 1 の 1 つに形成され、2 つの表面が、前記アンテナの共鳴周波数の波長の 5 パーセント未満である距離だけ互いに離隔されている請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の交差スロットアンテナ。

20

【請求項 5】

2 つの表面が、前記アンテナの共鳴周波数の波長の 2 . 5 パーセント未満である距離だけ互いに離隔されている請求項 4 に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 6】

スロットが、その長さに沿って各スロットの中心点で互いに交差する前記請求項のいずれか 1 つに記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 7】

給電点のインピーダンスが各スロットについて本質的に同じになるように選択された距離だけ、給電点が各スロットから離隔されている前記請求項のいずれか 1 つに記載の交差スロットアンテナ。

30

【請求項 8】

第 1 および第 2 のスロットを 2 等分する線上に給電点が配置されるように、給電点が各スロットから離隔されている請求項 7 に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 9】

第 1 および第 2 のスロットを 2 等分する線上に、またはその直近に給電点が配置されるように、給電点が各スロットから離隔されている前記請求項のいずれか 1 つに記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 10】

乗物の上向きの金属表面上に配置され、導電性構造が前記上向きの金属表面に電氣的に結合される前記請求項のいずれか 1 つに記載の交差スロットアンテナ。

40

【請求項 11】

直線偏波された無線周波数放射に対してアンテナの感度を強めるために、アンテナに固定された放射ディレクタアセンブリをさらに含む前記請求項のいずれか 1 つに記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 12】

交差スロットアンテナを作製する方法であって、

(a) 反対側の諸表面が金属めっきされたプリント回路板を使用してキャビティを形成すること、

(b) わずかに長さが異なり、互いに角度約 90 度で交わる 2 つのスロットを前記めっ

50

き済み金属内に形成すること、および、

(c) 前記スロット用の共通給電点を画定する金属めっきビアを前記プリント回路板内に形成することを含む方法。

【請求項 13】

金属めっきされたビアが、前記スロットを 2 等分する線上に位置する請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

金属めっきされたビアが、前記スロットを 2 等分する線に隣接して位置する請求項 12 に記載の方法。

【請求項 15】

交差スロットアンテナが共鳴周波数を有し、スロットそれぞれが共鳴周波数を有し、一方のスロットの共鳴周波数がアンテナの共鳴周波数より高く、他方のスロットの共鳴周波数がアンテナの共鳴周波数より低い請求項 12 から 14 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 16】

(d) 前置増幅器回路が取り付けられたプリント回路板を形成すること、

(e) ステップ (d) で形成されたプリント回路板をステップ (a) で形成されたキャビティに接続し、その結果、ステップ (c) で形成されたビアが前置増幅器回路に結合され、ステップ (b) で形成されたスロットから前記前置増幅器回路に無線周波数信号を導通することをさらに含む請求項 12 から 14 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 17】

ステップ (d) で形成されたプリント回路板に、取付けブラケットが装着されている請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

ステップ (d) で形成された回路板に同軸ケーブルを接続し、その結果、ケーブルが前置増幅器回路に結合され、前記ケーブルによって前記アンテナの外部よりステップ (b) で形成されたスロットから無線周波数信号を導通するステップをさらに含む請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

ステップ (d) で形成されたプリント回路板上にバイアス回路を装着し、バイアス回路は、ケーブルに接続され、前記ケーブルを介して受け取る直流に応答して前記前置増幅器回路に直流を供給するステップをさらに含む請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

乗物上に取り付けるためのアンテナユニットであって、

(a) アンテナユニットを乗物上に取り付けるための支持表面および取付け装置と、

(b) 少なくとも前記支持表面に対して傾斜した方向で、円偏波された無線周波数信号を受信するように適合されたアンテナと、

(c) 前記アンテナを覆う保護カバーと、

を備えるアンテナユニット。

【請求項 21】

アンテナが交差スロットアンテナを含む請求項 20 に記載のアンテナユニット。

【請求項 22】

アンテナが、第 1 および第 2 の反対側の導電性表面を有するキャビティを含み、第 1 表面に、平面図で見たとき角度 90 度で互いに交差する第 1 および第 2 のスロットが形成されている請求項 21 に記載のアンテナユニット。

【請求項 23】

第 1 および第 2 の導電性表面が、誘電材料の外部表面上に形成されている請求項 22 に記載のアンテナユニット。

【請求項 24】

第 1 の反対側導電性表面がドーム形状であり、第 2 の反対側導電性表面が平坦である請求項 23 に記載のアンテナユニット。

10

20

30

40

50

【請求項 25】

保護カバーが第1の反対側導電性表面上に直接形成される請求項24に記載のアンテナユニット。

【請求項 26】

アンテナユニットが取り付けられる前記乗物に調和するように、保護カバーが着色される請求項25に記載のアンテナユニット。

【請求項 27】

第1および第2の反対側導電性表面が、平坦であり、第1および第2の反対側導電性表面と対合する周辺導電性表面をさらに含む請求項23から26のいずれか1つに記載のアンテナユニット。

10

【請求項 28】

保護カバーが、第1の反対側導電性表面を覆い、かつそこから離隔されている請求項27に記載のアンテナユニット。

【請求項 29】

保護カバーが、所望の色の塗料を受けるように適合されたドームである請求項28に記載のアンテナユニット。

【請求項 30】

前記スロットによって受信された無線周波数信号を増幅し、前記信号を信号出力に供給するための前置増幅器回路であって、前記スロットから離隔されている前記キャビティ上の給電点に結合されている前置増幅器回路をさらに含む請求項22から29のいずれか1つに記載のアンテナユニット。

20

【請求項 31】

前記スロットによって受信された無線周波数信号を増幅し、前記信号を第1および第2の信号出力に供給するための少なくとも1つの前置増幅器回路をさらに含む請求項22から29のいずれか1つに記載のアンテナユニット。

【請求項 32】

前記スロットによって受信された無線周波数信号を増幅するための少なくとも2つの前置増幅器回路であって、第1の前置増幅器が、第1の偏波に対応する無線周波数信号を前記第1の出力に供給し、第2の前置増幅器が、第2の偏波に対応する無線周波数信号を前記第2の出力に供給する前置増幅器回路を含む請求項31に記載のアンテナユニット。

30

【請求項 33】

前記第1および第2の偏波が、円偏波および直線偏波を含む請求項32に記載のアンテナユニット。

【請求項 34】

取付け装置が、支持表面から突出するブラケットを備える請求項20から33のいずれか1つに記載のアンテナユニット。

【請求項 35】

保護カバーが、前記支持表面に取り付けられている請求項20から34のいずれか1つに記載のアンテナユニット。

【請求項 36】

円偏波された無線周波数信号を受信する方法であって、
(a) キャビティ構造の表面内で互いに交差する2つのスロットを有するスロットアンテナを設けること、
(b) 異なる個別の共鳴周波数を諸スロットが有するように諸スロットの長さを変えること、および
(c) 前記スロットのどちらからも離隔された前記表面上のアンテナ給電点を設けること、
を含む方法。

40

【請求項 37】

スロットアンテナが共鳴周波数を有し、スロットの個別の共鳴周波数が、スロットアン

50

テナ全体としての共鳴周波数と異なる請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】

スロットが角度 90 度で互いに交差する請求項 37 に記載の方法。

【請求項 39】

2 つのスロットを 2 等分する線上に、またはそれに隣接して給電点が位置する請求項 36 に記載の方法。

【請求項 40】

キャビティ構造の表面内に形成された 1 対の交差スロットを有する、円偏波された無線周波数信号と直線偏波された無線周波数信号とを共に受信することが可能な交差スロットアンテナを設計する方法であって、

(a) キャビティの誘電率、およびスロットより上方に位置する任意のレドームまたは他の環境の誘電率の平均である、交差スロットアンテナのスロット内の実効誘電率を計算するステップと、

(b) $n = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}$ 、 $\epsilon_{\text{eff}} = \text{ステップ (a) で計算された誘電率}$ として、実効屈折率 n を計算するステップと、

(c) $\lambda = \frac{c}{f}$ = 交差スロットアンテナの所望の共鳴周波数の波長として、 $\lambda / 2n$ の諸スロットの初期計算平均長さを決定するステップと、

(d) $V = \text{キャビティ構造の体積}$ として、式 $6 \sqrt{V} / \lambda^3$ に基づいて交差スロットアンテナの固有帯域幅を計算するステップと、

(e) 百分率で表されたアンテナの固有帯域幅の 2 分の 1 に等しい距離を、一方のスロットについて加算し、他方のスロットについて減算することによって、各スロットの初期計算長さを決定するステップと、

(f) 実験によって各スロットの初期計算長さを調節するステップと、
を含む方法。

【請求項 41】

(g) 2 つのスロットを 2 等分し、所望のアンテナインピーダンスを生じるように各スロットからある距離で離隔された線上に位置するものとして給電点の初期計算位置を決定すること、をさらに含む請求項 40 に記載の方法。

【請求項 42】

実験によって給電点の初期計算位置を調節することをさらに含む請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】

交差スロットアンテナを作製する方法であって、

(a) その反対側の諸表面上に導電材料を有するキャビティ構造を形成すること、および、

(b) わずかに長さが異なり、互いに角度 90 度で、または角度 90 度近くで交わる 2 つのスロットを前記導電材料内に形成することを含む方法。

【請求項 44】

(c) 前記キャビティ構造内に前記スロット用の共通給電点を形成するステップをさらに含む請求項 43 に記載の方法。

【請求項 45】

共通給電点が、前記スロットを 2 等分する線上に位置する請求項 44 に記載の方法。

【請求項 46】

共通給電点が、前記スロットを 2 等分する線に隣接して位置する請求項 44 に記載の方法。

【請求項 47】

交差スロットアンテナが共鳴周波数を有し、スロットそれぞれが共鳴周波数を有し、一方のスロットの共鳴周波数がアンテナの共鳴周波数より高く、他方のスロットの共鳴周波数がアンテナの共鳴周波数より低い請求項 44 から 46 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 48】

10

20

30

40

50

(d) 前置増幅器回路が取り付けられたプリント回路板を形成すること、

(e) ステップ(d)で形成されたプリント回路板をステップ(a)で形成されたキャビティ構造に接続し、その結果、ステップ(c)で形成された給電点が前置増幅器回路に結合され、ステップ(b)で形成されたスロットから前記前置増幅器回路に無線周波数信号を導通すること、をさらに含む請求項44から47のいずれか1つに記載の方法。

【請求項49】

ステップ(d)で形成されたプリント回路板に、取付けブラケットが装着されている請求項48に記載の方法。

【請求項50】

ステップ(d)で形成された回路板に同軸ケーブルを接続し、その結果、ケーブルが前置増幅器回路に結合され、前記ケーブルによって前記アンテナの外部よりステップ(b)で形成されたスロットから無線周波数信号を導通するステップをさらに含む請求項49に記載の方法。 10

【請求項51】

ステップ(d)で形成されたプリント回路板上にバイアス回路を装着し、バイアス回路は、ケーブルに接続され、前記ケーブルによって受け取る直流に応答して前記前置増幅器回路に直流を供給するステップをさらに含む請求項50に記載の方法。

【請求項52】

(a) その反対側の諸表面上に、またはその反対側の諸表面を形成する導電材料を有するキャビティ構造と、 20

(b) わずかに長さが異なり、互いに角度90度で、または角度90度近くで交わる、前記導電材料内の2つのスロットと、を含む交差スロットアンテナ。

【請求項53】

(c) 前記キャビティ構造内に前記スロット用の共通給電点を形成するステップをさらに含む請求項52に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項54】

共通給電点が、前記スロットを2等分する線上に位置する請求項53に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項55】

共通給電点が、前記スロットを2等分する線に隣接して位置する請求項53に記載の交差スロットアンテナ。 30

【請求項56】

交差スロットアンテナが共鳴周波数を有し、スロットそれぞれが共鳴周波数を有し、一方のスロットの共鳴周波数がアンテナの共鳴周波数より高く、他方のスロットの共鳴周波数がアンテナの共鳴周波数より低い請求項53から55のいずれか1つに記載の交差スロットアンテナ。

【請求項57】

前置増幅器回路が取り付けられたプリント回路板をさらに含み、プリント回路板がキャビティ構造に接続され、その結果、給電点が前置増幅器回路に結合され、スロットから前置増幅器回路に無線周波数信号を導通する請求項53から56のいずれか1つに記載の交差スロットアンテナ。 40

【請求項58】

プリント回路板に、取付けブラケットが装着されている請求項57に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項59】

回路板に対合された同軸ケーブルをさらに含み、その結果、ケーブルが前置増幅器回路に結合され、前記ケーブルによって前記アンテナの外部よりスロットから無線周波数信号を導通する請求項58に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項60】

プリント回路板上に配置されたバイアス回路をさらに含み、バイアス回路は、ケーブル 50

に接続され、前記ケーブルによって受け取る直流に応答して前記前置増幅器回路に直流を供給する請求項 59 に記載の交差スロットアンテナ。

【請求項 61】

(a) その反対側の諸表面上に、またはその反対側の諸表面を形成する導電材料を有するキャビティ構造と、

(b) キャビティ構造の第 1 表面上の導電材料内の少なくとも 1 つのスロットと、

(c) 前記キャビティ構造内に配置され、前記キャビティ構造を貫通し、前記スロットから離隔された前記第 1 表面上の点で前記第 1 表面に結合される前記スロット用給電点と、

を備えるスロットアンテナ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、衛星システムとも地上システムとも同時に通信することが可能なアンテナに関する。たとえば、このアンテナは、ラジオまたは他の信号が、地上の、または地上近くの移動可能な乗物に 1 つまたは複数の衛星から直接放送され、また、地上リピータによって受信され、次いで、地上の、または地上近くの移動可能な乗物に地上放送によって中継放送される直接放送衛星ラジオシステムまたは他の高々度放送システムによって放送される信号を受信するために使用できることが好都合である。

【背景技術】

20

【0002】

現在、衛星をベースとする直接放送システムは、一般に皿形のアンテナを使用して信号を受信する固定地上局に、TV およびラジオ信号を放送するために使用されている。これらのシステムは非常に普及しており、まもなくこの直接放送衛星技術は、乗物の分野に移行する。乗物には、この技術にとっていくつかの興味深い課題がある。第 1 に、地表上で、または地表近くで移動することができる地上用乗物の場合には、それらの移動により、近くを乗物が移動する自然または人工の障害物のために、衛星信号が時折遮断されることになる。衛星信号は建物や山脈など障害物によって遮断される可能性があるため、衛星放送信号または高々度放送信号を干渉なしに受信するように位置するリピータによって局所的に送られる第 2 信号を地上放送によって送信することが提案されている。図 1 を参照されたい。直接放送衛星信号は、衛星 2 の高度のために、おそらくは地平線より上方の高い位置から円偏波で乗物 1 に到達することになる。これに対して、反復された信号は、地平線近くでリピータ所在地 3 から頻繁に垂直偏波で到達することになる。そのような技術を使用することになるサービスには、おそらくは XM Radio および Sirius Radio が含まれる。XM Radio に割り振られた周波数範囲全体は、2.3325 ~ 2.345 GHz であり、Sirius Radio に割り振られた周波数範囲全体は、2.320 ~ 2.3325 GHz である。これは、衛星信号、ならびにリピータからの地上信号を含む。必要とされる合計帯域幅は、本明細書で開示されているアンテナの帯域幅より、はるかに小さい。

30

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来のアンテナ技術を使用すると、そのような信号を受信するための乗物 1 上のアンテナは、(i) 多数からなる、(ii) 目障り、かつ / または非空気力学的である、(iii) おそらくはコストがかかる傾向があり、また、(iv) 適切に向けるのが困難になるはずである。

【0004】

同様に、既存の無線サービスに対する需要が増大し、他の新しいサービスが引き続き出現するにつれて、乗物上のアンテナをなお増やすことがますます求められるであろう。通常、既存のアンテナ技術は、乗物の表面から突出するモノポールアンテナまたはホイップ

50

アンテナを必要とする。これらのアンテナは一般に狭帯域であり、広範な通信システムに対処するために、乗物の周りで様々な位置に多数のアンテナを配置すること、あるいは複数帯域にすることによってアンテナ設計を複雑にすることが必要である。さらに、特に 3 G、Blue tooth、直接衛星ラジオ放送、無線インターネット、および他のそのようなサービスと共にデータ速度が引き続き増すにつれて、アンテナダイバシチの必要性も増大するであろう。すなわち、従来のアンテナ技術に従った場合、個別の各乗物は、それぞれ異なる周波数帯域で、かつ/または異なる偏波で動作し、地平線に対して異なる高さで感度がある複数のアンテナを必要とすることになる。乗物の設計は、しばしばスタイルによって決められるため、多数突出するアンテナの存在は、容易に許容されないであろう。

10

【0005】

将来の乗物に組み込まれることになる無線データアクセスシステムの数が増加するにつれて、アンテナの数もまた増加する傾向がある。これらの新しいデータアクセスシステムの多数は、地上ネットワークとの、また、衛星または他の高々度送信器との通信を必要とする。そのようなシステムの 1 つが、まもなく動作可能になる前述の直接放送衛星ラジオである。一般に、衛星上の送信システムは、乗物のアンテナを配向する必要なしに、受信する移動可能な乗物を衛星に対してどのような向きにもすることができるよう、円偏波で放送する。しかし、地上放送システムは一般に、マルチパスのために直線偏波を使用し、当技術分野で周知の理由のため、移動する受信局にとって垂直偏波が好ましい。したがって、上空からの円偏波、ならびに地平線近くでの垂直直線偏波を共に受信することができるアンテナが求められている。これらのアンテナは既存であり、最も一般的な例はヘリカルアンテナである。ヘリカルアンテナの 1 つの欠点は、乗物の表面から 4 分の 1 ないし 2 分の 1 波長突出することである。現行の直接放送ラジオシステムは 2.34 GHz で動作するため、アンテナが数センチメートルの高さになる。1 本の目障りなアンテナ、および/または複数のアンテナの存在は、乗物のスタイルの点から見て、しばしば受け入れられない。さらに、そのようなアンテナは、エネルギー保存のために望ましくない自動車の空気力学的抵抗を増大させる。

20

【0006】

その結果、垂直ヘリカルアンテナ程度で良好に動作することができるが、扁平であり、それにより、たとえば乗物のパッセンジャーコンパートメントを覆う屋根に共形となるように容易に適合することができるアンテナが求められている。このアンテナは、一般的な材料を使用して製造するために、単純であることが好ましい。このアンテナは、軌道を回る衛星から円偏波を有する信号を、ならびに地上局またはリピータから垂直直線偏波を有する信号を受信することが可能であるべきである。

30

【0007】

低角度放射用アンテナの設計では、放射開口の各区間を、また、それが全体的な放射パターンにどのように貢献するかを考慮しなければならない。アンテナ設計を扁平であるもの（たとえば、4 分の 1 波長よりはるかに小さい厚さを有するアンテナ）に制限した場合には、いくつかの基本要素が使用可能なだけである。最も一般的な扁平アンテナはパッチアンテナであり、これを図 2 に示す。パッチアンテナは、接地平面 12 より上方で支持され、同軸プローブまたは他の給電構造 14 によって給電される金属形状物 10 からなる。パッチは一般的な扁平アンテナ素子であるが、低角度で放射を受信（または送信）するには不十分な選択である。それは、パッチ 10 の 2 つの縁部 10-1、10-2 が共に放射し、両者間の干渉がアンテナの全体的な放射パターンを決定するからである。接地平面 12 に対して垂直な方向では、干渉が建設的であり、パッチ 10 は、その方向で著しい利得をもたらす。しかし、地平線に向かう方向（たとえば、接地平面 12 に平行な方向）では、干渉が相殺的であり、パッチは、その方向でほとんど放射しない。この問題を回避するための 1 つの方法は、パッチの 2 つの縁部 10-1、10-2 を互いに近づけることである。しかし、有効全体長は 2 分の 1 波長のままにしなければならず、これにはパッチに高誘電材料を充填することが必要とされる。さらに、きわめて高誘電性の材料を得るのが

40

50

困難なため、パッチを小さくできる程度が制限される。さらに、パッチサイズが縮小するにつれて、その帯域幅もまた減少する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の特徴

本明細書で開示されているアンテナの好ましい実施形態の独自の特徴は、上空の衛星から円偏波された信号と、地上リピータから垂直直線偏波された信号を共に受信できることである。本明細書、および本明細書の特許請求の範囲では、「衛星」という用語は、第2物体の周りで軌道に乗っている、あるいは、少なくとも空中にあるものと見なされる第2物体より上方で十分高い高度にある物体を意味するものと定義し、「地上」または「地（球）」は、第2物体の表面上、またはその近くを意味するものと定義する。 10

【0009】

本発明の利点は、高さが4分の1波長よりはるかに薄く、面積が2分の1波長平方よりわずかに大きいだけのフォームファクタでこれらの諸特性を達成できることである。実際、アンテナの高さは、波長の5%未満であることが好ましい。

【0010】

アンテナのフォームファクタは乗物設計者にとって非常に重要であるため、本アンテナによって可能にされる小型パッケージは、一般に高さが4分の1波長以上の突出するアンテナ素子を必要とする他の競合する設計より好ましい。来るべき直接放送衛星ラジオシステムの場合、これは、競合設計の数センチメートルに比べて、本明細書で開示されているアンテナについて数ミリメートル(mm)のアンテナ高になる。 20

【0011】

図1によって示されている直接放送衛星信号受信システムの最も著しいアンテナ問題は、地上ネットワークとの通信である。というのは、これが、衛星から信号を直接受信することに加えて、乗物の金属屋根を跨いで低角度から放射を受信することを必要とすることである。一般に、これには、アンテナが有意な高さを有すること、あるいは接地平面より上方にアンテナを上げることが必要とされる。本アンテナは、この独自のフォームファクタを、低角度で受信するのに良好な基本幾何形状を有するスロットアンテナを利用することによって達成する。これは、単一のスロットアンテナが放射開口を1つ有するだけであり、それが所与の波長について可能な限り薄い開口であるからである。さらに、スロットアンテナは、低角度に放射する責任を担う周囲の接地平面内で最大の電流を生成する。 30

【0012】

本アンテナの好ましい実施形態は、衛星受信用の円偏波を生成するために、互いにわずかに非同調であるスロットの交差対を必要とする。したがって、このアンテナは、非常に薄い設計で、衛星受信にも地上受信にも良好な性能を達成する。

【0013】

本発明はまた、独自の給電幾何形状を提供し、アンテナに1カ所だけで給電することを可能にし、既存の設計より著しい改善を示す。任意選択で、レドーム構造と、アンテナパッケージ内に含まれる増幅器など能動電子回路用の機能とを含む。

【0014】

以下で述べるアンテナは、高さ数ミリメートルであるだけの体積で、これらの機能他を達成する。下記で論じる本アンテナの特定の実施形態は、直接放送衛星ラジオシステム用に具体的に設計されているが、衛星と地上ネットワークのどちらとも通信を必要とする他のシステムにも適用することができる。 40

【0015】

本発明の簡単な説明

一態様では、本発明は、共鳴周波数を有する交差スロットアンテナであって、内部にキャビティを画定する導電構造と、導電構造内に形成された第1および第2のスロットであって、一方のスロットがアンテナの中心周波数より上の共鳴周波数を有するように、また、第2のスロットがアンテナの中心周波数より下の共鳴周波数を有するように、スロット 50

の長さが異なるスロットと、スロットからの無線周波数信号を共通給電点に結合するように構成された共通給電点とを備えるアンテナを提供する。

【0016】

別の一態様では、本発明は、交差スロットアンテナを作製する方法であって、(a) 反対側の諸表面が金属めっきされたプリント回路板を使用してキャビティを形成するステップと、(b) わずかに長さが異なり、互いに角度90度で交わる2つのスロットをめっき済み金属内にエッチングするステップと、(c) スロット用の共通給電点を画定する金属めっきビアを前記プリント回路板内に形成するステップとを含む方法を提供する。

【0017】

別の一態様では、本発明は、交差スロットアンテナを作製する方法であって、(a) その反対側の諸表面上に導電材料を有するキャビティ構造を形成すること、および、(b) わずかに長さが異なり、互いに角度約90度で交わる2つのスロットを導電材料内にエッチングすることを含む方法を提供する。 10

【0018】

別の一態様では、本発明は、(a) その反対側の諸表面上に、またはその反対側の諸表面を形成する導電材料を有するキャビティ構造と、(b) わずかに長さが異なり、互いに角度90度で、または角度90度近くで交わる、導電材料内の2つのスロットとを含む交差スロットアンテナを提供する。

【0019】

本発明は、別の一態様において、(a) その反対側の諸表面上に、またはその反対側の諸表面を形成する導電材料を有するキャビティ構造と、(b) キャビティ構造の第1表面上の導電材料内の少なくとも1つのスロットと、(c) キャビティ構造内に配置され、キャビティ構造を貫通し、スロットから離隔された第1表面上の点で第1表面に結合されるスロット用給電点とを有するスロットアンテナを提供する。 20

【0020】

別の一態様では、本発明は、乗物上に取り付けるためのアンテナユニットであって、(a) アンテナユニットを乗物上に取り付けるための支持表面および取付け装置と、(b) 少なくとも支持表面に対して傾斜した方向で、円偏波された無線周波数信号を受信するように適合されたアンテナと、(c) アンテナを覆う保護カバーとを備えるアンテナユニットを提供する。 30

【0021】

本発明は、別の一態様において、円偏波された無線周波数信号を受信する方法であって、(a) キャビティ構造の表面内で互いに交差する2つのスロットを有するスロットアンテナを設けるステップと、(b) 異なる個別の共鳴周波数を諸スロットが有するように諸スロットの長さを変えるステップと、(c) スロットのどちらからも離隔された表面上のアンテナ給電点を設けることを含む方法を提供する。

【0022】

異なる一態様では、本発明はまた、キャビティ構造の表面内に形成された1対の交差スロットを有する、円偏波された無線周波数信号と直線偏波された無線周波数信号とを共に受信することが可能な交差スロットアンテナを設計する方法を提供する。この方法は、 40

(a) キャビティの誘電率、およびスロットより上方に位置する任意のレドームまたは他の環境の誘電率の平均である、交差スロットアンテナのスロット内の実効誘電率を計算するステップと、

(b) $n = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_{\text{average}}} + \frac{1}{\epsilon_{\text{average}}} \right)$ = ステップ(a)で計算された誘電率として、実効屈折率 n を計算するステップと、

(c) $\lambda = \frac{c}{f}$ = 交差スロットアンテナの所望の共鳴周波数の波長として、 $\lambda / 2n$ の諸スロットの初期計算平均長さを決定するステップと、

(d) $V = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_{\text{average}}} + \frac{1}{\epsilon_{\text{average}}} \right)$ = キャビティ構造の体積として、式 $6 \sqrt{V} / \lambda^3$ に基づいて交差スロットアンテナの固有帯域幅を計算するステップと、

(e) 百分率で表されたアンテナの固有帯域幅の2分の1に等しい距離を、一方の入口 50

ットについて加算し、他方のスロットについて減算することによって、各スロットの初期計算長さを決定するステップと、

(f) 実験によって各スロットの初期計算長さを調節するステップとを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図3は、スロットアンテナの横断面図である。図3に示されているスロットアンテナは、所与の直線方向で単一の放射縁部16だけを有する。相殺的干渉を生み出すように同じ直線方向に第2の縁部がないため、これにより、はるかに大きな放射が低角度にもたらされる。1つの観点からは、放射はアンテナの開口を介して回折しており、開口を可能な限り狭くすることにより、可能な限り広い回折パターンが得られることになる。表面波の観点からは、スロットアンテナ内の電流は、周囲の接地平面内だけに存在する。したがって、このアンテナは、次いでアンテナから低角度で放射することができる表面波との可能な限り最大の結合を有するはずである。図3はまた、同軸ケーブル14プローブフィード18を示すが、これはスロットアンテナにとって従来からのものではなく、本発明の一態様を実施する。スロットアンテナの別の利点は、アンテナの裏側を囲む共鳴キャビティ20を含むことである。一般に、このアンテナの帯域幅は、このキャビティ20の体積によって決定されることになり、キャビティ20は、図2のパッチアンテナのように高誘電材料を含む必要はない。実際、誘電材料としては空気ですでに十分である。しかし、好ましい誘電材料は、プリント回路板として機能することができる材料である。というのは、この選択により、アンテナの製造が単純化されるからである。キャビティは、金属壁によって形成されることが好ましい(どのような導体でも動作するはずであるが、金属は、この応用例に適した安価で耐久力のある導体である)。キャビティが誘電材料で充填されている、または少なくとも部分的に充填されている場合には、誘電材料は、容易に水または(キャビティのチューニングに影響を及ぼす可能性のある)他の物質が、たとえばキャビティの金属壁内に形成されたスロットの開口16を介してキャビティに入らないようにしておくことができる。

10

20

【0024】

キャビティの別の利点は、すべての放射を乗物より上方の半球に向かって導き、放射が乗物内に放射されるのを防止し、一方、アンテナが乗物の金属屋根90(図7c参照)上に直接着座することを可能にすることである。

30

【0025】

スロットアンテナは、アンテナのE平面に沿って垂直直線偏波で低角度に向かって放射するのに良好に動作する。地平線に向かう垂直直線偏波について同様なアンテナ利得を受しながら、上空に向かって円偏波されたRF放射を受信(または生成)するために、スロットアンテナは、図4aおよび4bに示されているように、2つの直交スロット16-1および16-2を備える。この2つの直交スロット16-1、16-2は、わずかに異なる周波数に同調されており、角度90度で互いに交差する。また、2つのスロット16-1および16-2は、互いに中心に合わされている。諸スロットはわずかに異なる周波数で共鳴するため、それらの2つの共鳴周波数間で駆動されたとき、互いに対して位相シフトを受ける。この位相シフトは、円偏波を生成するために90度となるように選択され、2つのスロットの相対長さによって決定される。諸スロットは、点21で単一のオフセットプローブフィードによって駆動され、オフセットプローブフィードは、2つのスロット16-1および16-2のそれぞれから45度回転された線Aに沿って(または線A近くで)点21でキャビティ20を通過する。入力インピーダンスは、線Aに沿って給電点を変えることによって調節することができる。キャビティ20の周縁22上で隅部C近くでアンテナに給電すると、入力インピーダンスがより低くなり、一方、キャビティ20の中心Bにより近づけて給電すると、入力インピーダンスがより大きくなる。テフロン(登録商標)(誘電率2.2を有するポリテトラフルオロエチレン)充填キャビティ20の場合、キャビティ20の隅部Cから4分の1の距離に位置する給電点21は、50付近の入力インピーダンスになる。

40

50

【 0 0 2 6 】

キャビティ構造 22、24 は、プリント回路板技術を使用して構築することができる。そのような実施形態では、ビア 27 をめっきすることによってオフセット給電点 21 を形成することが好ましく、キャビティの裏側の金属接地平面 26 をエッチングして、キャビティ内の誘電材料の環状領域 28 を露出することが好ましい。同軸ケーブル 14 は、めっきビア 27 に直接結合して示され、同軸ケーブル 14 のシールドは、環状領域 28 の周りの環状開口に隣接して接地平面に接続されているが、好ましい実施形態では、給電点 21 は、別の回路基板上の回路に接続される。プリント回路板の誘電体部分は、キャビティ内の誘電材料の一部として形成することができ、その場合、プリント回路板の金属部分は、外向きに面する。キャビティの残りの部分は、空気、テフロン（登録商標）または別の適した誘電材料、あるいは前述の組合せで充填することができる。

10

【 0 0 2 7 】

キャビティ 20 は、図 4 a の平面図において正方形として示されているが、円形、三角形、多面体などを含む他の形状が可能であるため、キャビティ 20 の形状は重要でない。単一のオフセット給電点 21、ならびにその組合せ、すなわち、円偏波された無線周波数信号を生成する、かつ/または受信するための、1 対の直交する、わずかに非同調であるスロット 16 - 1、16 - 2 との組合せは、本発明の重要な態様である。本発明の別の重要な態様は、上方からの円偏波された信号と、地平線近くからの垂直直線偏波された信号とをどちらも受信するために、そのような交差スロット 16 - 1、16 - 2 アンテナを使用することである。そのような場合には、アンテナの主要平面を、アンテナを担持する乗物の屋根の主要表面または他の上向きの表面に（理想的には）平行となるように配向する。したがって、アンテナの主要表面は一般に、乗物が地表上で、または地表近くで移動するとき、大抵の時間で地表に平行、またはほぼ平行に配向される。

20

【 0 0 2 8 】

本発明の交差スロットアンテナの特定の一実施形態は、2.34 GHz で動作するように設計されたアンテナである。この特定の実施形態のキャビティ 20 は、平面図で正方形であり、好ましくは誘電率 2.2 を有するテフロン（登録商標）である材料で充填された金属 22、24 によって設けられる。キャビティ深さ t は 3.175 mm（金属カバー 24 を含まない内部の厚さ）であり、キャビティは、各縁部上で長さ 63 mm である。キャビティ 20 の上面 24 内に形成された 2 つの直交スロット 16 - 1 および 16 - 2 は、それぞれ長さ 51 mm と 54 mm であり、給電点 21 は、2 つのスロットの方向に沿って 17 mm だけキャビティ 20 の中心 B からオフセットしている。この特定の実施形態では、スロットが幅 1 mm である。スロットの幅は、スロットの長さなど他の寸法のいくつかほど重要でない。スロットの長さは、最もクリティカルな寸法である。キャビティ 20 の外部を形成する金属 22、24 は、厚さ約 50 ミクロンであることが好ましい（実際の厚さはクリティカルでない）。導電性が高いため、銅がキャビティ 20 の好ましい金属である。銅はしばしば金またはスズで被覆され、腐食保護およびはんだ付け性を提供する。本明細書で報告されている実験結果の場合、ベアの銅をキャビティ 20 に使用した。この特定の実施形態は、動作周波数 2.34 GHz と、上述の直接放送衛星サービスに必要とされるものより広い約 10 % の帯域幅とをもたらした。この特定の実施形態についてテストし、図 5 および 6 を参照しながら以下で論じるデータプロットを生成したが、このデータおよびこの特定の実施形態は、例示のために提供されているにすぎない。一般に、キャビティ 20 のサイズおよび形状は、変更することができる。スロット 16 - 1、16 - 2 の長さは、以下で述べるように調整することができる。

30

40

【 0 0 2 9 】

当該の周波数 2.34 GHz の場合、波長 λ は 128 mm に等しい。この実施形態のスロットアンテナの厚さ t は 3.175 mm だけであるため、これは接地平面 26 より上方のスロットの高さが、このアンテナが動作する周波数で波長 λ の約 2.5 % だけであることを意味する。望むなら、アンテナの所望の帯域幅に応じて、交差スロットアンテナをより厚くすることも薄くすることもできる。

50

【 0 0 3 0 】

アンテナの帯域幅は、キャビティ 20 をより薄くすることによって任意に狭くすることができるが、実用的なアンテナの場合、製造誤差に対する何らかの許容範囲がなければならず、上記で論じた直接放送衛星ラジオサービスの場合など応用例がそれほどの帯域幅を必要としない場合であっても、帯域幅が非常に狭いアンテナを使用するのは賢明でない。したがって、キャビティ 20 は、特定の応用例に必要とされるよりも厚くするのが当然であろう。

【 0 0 3 1 】

当該の周波数の約 12% に等しい帯域幅、および動作周波数 2.34 GHz を仮定して、接地平面より上方のスロットの高さは、その周波数で 1 波長の約 2.5% だけである。その結果、本発明の交差スロットアンテナは、きわめて薄くすることができ、依然として受当な広さの帯域幅を有する。アンテナが動作する周波数の波長の 2.5% 未満の厚さを有する交差スロットアンテナは、非常に現実的である。従来技術のアンテナは高さが波長の 25% となる可能性があることを考えると、この交差スロットアンテナは、（この周波数 2.34 GHz で）アンテナ高さの削減において約 1 桁の著しい改善をもたらし、さらに、衛星と地上局のどちらとも通信するために無線周波数信号の円偏波および直線偏波のどちらでも感度が得られる。

【 0 0 3 2 】

以下のステップは、交差スロットアンテナを設計するための指針として使用することができる。スロット内の電界のおよそ半分がキャビティ 20 内に存在するため、スロット内の実効誘電率は、キャビティ 20 の実効誘電率と、スロットより上方に位置するレドームまたは他の環境の実効誘電率との平均である（図 7c 参照）。レドームがない、または大きな中空のレドームの場合、隣接する環境の誘電率は 1 に等しく、したがって、実効屈折率は $n = (\epsilon_r + 1) / 2$ であり、ただし、 ϵ_r はキャビティ 20 内の材料の誘電率である。したがって、スロット 16-1 および 16-2 は、 $\lambda / 2n$ の平均波長を有するはずである。交差スロットアンテナが周波数 2.34 GHz で動作する上記で論じた特定の実施形態の場合、この平均長さは、約 51 mm である。一方のスロットはこの平均値よりわずかに短くするべきであり（その結果、この特定の実施形態では 2.34 GHz をわずかに超える周波数に同調され）、他方はわずかに長くするべきである（その結果、この特定の実施形態では 2.34 GHz よりわずかに低い周波数に同調される）。2 つのスロット 16-1 および 16-2 の長さは、（百分率で表された）アンテナの固有帯域幅の約 2 分の 1 だけ異なるべきである。アンテナの固有帯域幅は、キャビティ体積 V によって決定される。キャビティが裏にあるスロットアンテナの帯域幅は、およそ $6 \sqrt{V} / \lambda^3$ であり、これは、当該の周波数についておよそ 1 波長の 2 分の 1 ($\lambda / 2$) の長さの側部を有し、厚さ t を有する正方形キャビティの場合、 $3 t / 2$ に等しい。上述の特定の実施形態の場合、これにより約 12% の帯域幅が得られる。したがって、2 つのスロット 16-1、16-2 は、約 6%、すなわち約 3 mm だけ長さが異なるべきである。この解析に基づいて、スロット長さ 51 + 1.5 すなわち 52.5 mm、および 51 - 1.5 すなわち 49.5 mm を指定するように導かれることになる。何らかの微調整が必要とされる可能性があり、実験により、2.34 GHz でアンテナが共鳴するこの特定の実施形態について、スロット長さ 51 mm および 54 mm が良好に動作するようであると決定された。スロット長さを計算するための上述の手順は厳格でないが、アンテナを微調整する実験的なテストにより、一般に、計算値から数パーセント異なるだけの結果が得られる。したがって、この手順は、本明細書で述べられている交差スロットアンテナ用のスロットの長さについて開始点を決定するのに有用なガイドを提供する。次いで、この開始点を実験によって調節する。給電点の位置および他のパラメータもまた、同様に実験によって調節することができる。

【 0 0 3 3 】

円形キャビティ、または他の形状を有するキャビティの場合には、体積を正方形の場合とほぼ同じに維持すべきである。どのような場合でも、給電点 21 は、好ましくはスロツ

10

20

30

40

50

ト 1 6 - 1、1 6 - 2 のどちらに対しても 4 5 度にある線 A 上に（または線 A に非常に近く（下記の考察参照））位置すべきである。入力インピーダンスは、線 A に沿って給電点 2 1 を変えることによって調節することができる。キャビティの周縁 2 2 に近い給電点は、入力インピーダンスがより低く、キャビティの中心 B に近い給電点は、入力インピーダンスがより高くなる。最適な位置は実験によって決定することができるが、線 A 上で縁部からおよそ 4 分の 1 キャビティ長の距離が、上述の特定の実施形態について受け入れ可能であると判明した。給電点が線 A を外れて位置している場合には、2 つのスロットが通常、異なる入力インピーダンスを有することになり、大抵の応用例で望ましくない可能性があると思われる。しかし、2 つのスロット 1 6 - 1 および 1 6 - 2 の長さがわずかに異なり、したがって、それを補償して給電点がそれぞれのスロットからわずかに異なる距離で位置する可能性があることを理解し、給電点 2 1 は、2 つのスロット 1 6 - 1 と 1 6 - 2 の間でより良好な入力インピーダンス調和を得るために 4 5 度線 A をわずかに外して配置される可能性がある。したがって、給電点 2 1 は、線 A 近くに位置するが、両アンテナに良好な入力インピーダンス整合を提供するために、線 A をわずかに外れている可能性がある。

【 0 0 3 4 】

スロット 1 6 の幅は、その長さよりはるかに細いが、絶対幅はあまり重要でない。開示されている特定の実施形態では、良好に動作すると思われる寸法の 1 mm になるように幅を任意で選択した。

【 0 0 3 5 】

上述の交差スロット 1 6 - 1 および 1 6 - 2 を有するアンテナは、2 つのスロットの長さがわずかに異なり、したがって 2 つのスロットがわずかに異なる共鳴周波数を有するために、円偏波を生成する。スロットをそれら 2 つの共鳴周波数間で（送信された信号によって、または受信された信号によって）駆動された場合には、各アンテナスロットの自然共鳴周波数に対する印加された信号の周波数に応じて、一方のスロットが、印加された信号よりわずかに進むことになり、他方のスロットが、印加された信号よりわずかに遅れることになる。このアンテナ設計では、この進みと遅れによって生成される位相差が好ましくは合計で正確に 9 0 度となり、したがって円偏波を放射（または受信）するように、各アンテナスロット 1 6 - 1 および 1 6 - 2 の長さが選択される。位相差が正確に 9 0 度でない場合には、アンテナが正確に真の円偏波を有さないことになる。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、直線偏波における交差スロットアンテナの前述の特定の実施形態の放射パターンを示す。垂直成分の放射パターンは、地平線に向かってバイアスされ、交差スロットアンテナは、低角度で有意な利得を達成する。図 6 は、円偏波における同アンテナの放射パターンを示す。このアンテナは、ほとんどの上部半球にわたって、左回転円偏波で有意な利得を達成する。さらに、高角度で右回転円偏波が著しく抑制されている。右回転円偏波用に設計されたアンテナは、図 4 a および 4 b に示されているアンテナのアンテナ鏡像を作成することによって得ることができるはずである。

【 0 0 3 7 】

以上、オフセットプローブフィールドを有する、キャビティが裏にある交差スロットアンテナの基本構造について述べたが、次に、乗物上に容易に装着することができる一体型アンテナユニット 1 0 0 の形態にある交差スロットアンテナの一実施形態について述べる。一体型アンテナユニットまたはパッケージ 1 0 0 が図 7 a、7 b、7 c に示されている。ユニット 1 0 0 は、上述したオフセットプローブフィールドを有する交差スロットアンテナと、RF 前置増幅器 1 0 2 と、バイアス回路 1 0 4 とを含むことが好ましい。前置増幅器 1 0 2 は、低雑音タイプであることが好ましい。ユニット 1 0 0 はまた、アンテナの接地平面 2 6（図 4 b 参照）を乗物の周辺金属 9 0 に接続し、また、内部回路を保護し、RF シールドを提供し、支持表面として動作するように働くカバー 1 0 8 を含むことが好ましい。ユニット 1 0 0 はまた、乗物 9 0 への取付けを助けるブラケット 1 1 2 と、ケーブル 1 1 4 と、RF コネクタ 1 1 6 と、構造 1 0 0 全体を環境から保護し、スタイルの助けと

なり、より空気力学的な形状を提供するためのレドーム 120 とを含むことが好ましい。

【0038】

構造 100 内のアンテナについては、交差スロットアンテナと、キャビティ 20 (2つのスロット 16-1、16-2 は互いにわずかに非同調であり、円偏波を提供する)と、単一のオフセットプロブフィード 21 とを含むものと、図 4a および 4b に関連して前述した。ラジオ受信器前のケーブル損失と関連の雑音利得を克服するために、アンテナパッケージ 100 内に一体型無線周波数前置増幅器 102 を含むことが望ましい。RF 信号が引き込まれる (または供給される) 同ケーブル 114 は、この増幅器用の直流バイアスを印加することができる。これは、受信用実施形態の場合、RF チョーク 104a および直流阻止コンデンサ 104b からなる適切なバイアス回路 104 を使用して達成される。この回路は、アンテナ給電点 21 と対合するためのパッド 29 を有する。この回路は、交差スロットアンテナキャビティ構造 24 上で回路板材料 106 の追加層として構築することができ、交差スロットアンテナキャビティ構造 24 自体は、上部金属表面と下部金属表面とを有するプリント回路板として作製することができ、スロット 16-1、16-2 は、その上部金属表面内に形成され、その下部金属表面は、接地平面 26 として動作する。RF 受信器設計の当業者なら、フィルタおよび多段増幅器など、他の RF 構成部品を含むことを選択するのが当然であろう。回路板 106 上で図 7b に示されている回路線は、一般にマイクロストリップ線である。

10

【0039】

図 7c に示されているカバー 110 は、金属打抜きを使用して作成することができる金属板であり、回路の上に配置され、アンテナ接地に電気接続される。金属カバーの目的は、回路に RF シールドを提供することであり、また、乗物の金属外部に近接するようにアンテナ接地を延長することである。このカバー 110 はまた、乗物表面と共形に形作ることができる。乗物に取り付けるためのブラケット 112 は、ユニット 100 を乗物上で位置に保持するためにスナッピングまたはナット (図示せず) を適用することができる、刻み目のある、またはねじ切りされた金属円筒とすることができる。ブラケット 112 は、乗物外部 90 の穴を介して挿入され、他方の側から整合するリングまたはナットが適用される。アンテナケーブル 114 は、円形ブラケット、および乗物内の穴を介して延び、RF コネクタ 116 で終わる。

20

【0040】

ユニット 100 は、ユニット 100 の上部を囲み、環境から保護し、さらに空気力学的な、またスタイル上の考慮すべき点の助けとなるレドーム構造 120 を含む。レドーム 120 は、射出成形プラスチックなど中実の誘電体とすることができ、または中空の誘電シェルとすることもできる。乗物外部と調和するように塗装することもできる。

30

【0041】

回路 102 および 104 は、受信器実施形態で使用されることが意図されているが、交差スロットアンテナは、受信器および / または送信器のどちらで使用することもできる。図 7d の回路 104-1 は、送信器 / 受信器実施形態で回路 102 および 104 の代わりに使用することができる。電力増幅器 102b は、送信モードで使用され、PA と標記されている。低雑音前置増幅器 102a は、受信モードで使用され、LNA と標記されている。スイッチ 103a、103b は、送信 / 受信周期中にこれらの構成部品を分離するために使用される。直流阻止コンデンサ 104b および RF チョーク 104a は、直流電力および RF 信号を分離するために使用される。必要に応じて、追加スイッチを使用して増幅器をオンまたはオフにすることができる。好ましくは、マイクロストリップ線を使用して、図 7d に示されているこれらの構成部品を相互接続する。

40

【0042】

マイクロストリップは、RF 回路用の一般に普及している伝送線である。しかし、交差スロットアンテナに直接給電するために、キャビティ内部のマイクロストリップは、キャビティ 20 内側に追加の回路層を必要とすることになり、コストを追加することになる。コストが追加されるとすれば、図に示されており、本明細書で述べる技法が現在好ましい

50

。しかし、本発明を実施する人々は、マイクロストリップフィードを使用することを好む可能性がある。増幅器回路と共に使用されるときには、当然ながらマイクロストリップ線が増幅器用に使用されることになる。しかし、図7bでは、増幅器回路104はキャビティの外部にあり、本明細書で述べられているプローブフィード21によってアンテナに給電する。これはまた、図7dおよび7eに示されている代替回路設計にも当てはまる。

【0043】

他者は、異なる偏波を有する衛星信号と地上信号をどちらも受信することができる単一のアンテナ構造を開発する上で難点を有していること、また、2つの分離アンテナを選択していることを理解されたい。そのようなアンテナシステムは、1つは衛星信号用、もう1つは地上信号用の2つの別々の出力を有することになる。これが直接放送衛星ラジオ受信器の業界指定の一部になった場合には、そのような受信器を都合よく接続するために、回路102および104は、衛星信号用と地上信号用2つの別個の出力を有することを必要とする可能性がある。回路102および104に対する1つの可能な修正は、図7eに示されている回路104-2であり、これを使用して、本明細書で開示されている交差スロットアンテナをそのような2入力受信器に接続することができる。この回路104-2は、LNA1およびLNA2と標記された2つの低雑音前置増幅器102aおよび102cを使用し、それぞれがそれぞれの出力1および2に接続される。これら2つの出力1、2は、適切な同軸ケーブルによって前述の2入力受信器に接続される。

【0044】

図8は図1と同様であるが、乗物1上のこの一体型アンテナユニット100を使用して直接放送衛星通信を受信することを示す。受信される信号は、軌道を回る衛星2で発生し、地球に送信され、乗物1など移動する乗物内の受信器125によって受信される。受信器125は乗物内に取り付けられ、アンテナ100に接続されている。複数の地上基地局3が衛星2上の送信器から信号を受信し、異なる周波数で中継放送する。(複数の)衛星から、および(複数の)リピータからの直接放送信号の周波数は、本明細書で開示されている交差スロットアンテナの帯域幅内に入るはずである。衛星は円偏波で放送し、地上リピータは垂直直線偏波で放送するが、どちらも乗物1上の同じアンテナユニット100によって受信される。本明細書で開示されている交差スロットアンテナは、高角度からの円偏波と低角度からの垂直直線偏波とを受信することが可能であり、円偏波された信号と垂直偏波された信号をどちらも受信するのに十分な帯域幅を容易に有することができるため、この応用例にとって理想的である。

【0045】

次に、交差スロットアンテナの他の変形形態について述べる。図9は、キャビティ20がドーム形状を形成する本発明の一態様を示す。これは、湾曲したレドーム120をなくする一方、乗物の外部上で可能な限り最小の体積のためにキャビティ体積を最大化するという利点を有する。この実施形態は、プラスチックの射出成形を使用してキャビティ20を形成し、次いでキャビティ20を金属層24で金属被覆し、その中にスロット16-1、16-2をエッチングすることによって構築することができる。次いで、構造全体に薄い誘電力バーを適用して、スロットを環境から保護することができる。(図10aに類似の)平面図で見たとき、スロット16-1、16-2は、角度90度で互いに交差するように見えることになる。

【0046】

ドーム形構造は、適切な誘電材料を図9に示すドーム形状に成形し、次いで、銅など導電材料でめっきすることによって形成することが好ましい。

【0047】

乗物の外部の体積をさらに減少させるために、乗物の内部側のアンテナにスナップ止めまたはねじ止めされる別個のパッケージ内に電子回路を含むことができる。図9の実施形態に従って行われるように、交差スロットアンテナに湾曲および厚さを追加することにより、その低角度放射性能を改善することもできる。

【0048】

10

20

30

40

50

低角度性能を改善するために使用することができる様々な他の方法がある。これらの1つが図10aおよび10bに示されている。これは、寄生要素として励起される、主アンテナに隣接する追加の共鳴構造200を使用することである。図10aおよび10bに示されている共鳴リング構造200は、八木・宇田アンテナと非常に同じように、放射をアンテナから地平線に向かって導く傾向がある。他の寄生構造、たとえば、主アンテナを囲む高誘電体の領域、または他の寄生キャビティもしくは共鳴体を同じ目的のために使用することができる。

【0049】

図10aおよび10bは、共鳴リング構造200によって設けられた寄生ディレクタを示す。これは金属で作成することが好ましく、金属リング200はスロットアンテナの上縁部から延び、底面26に張り出す。 10

【0050】

図10cおよび10dは、垂直偏波信号に対する、開示されている交差スロットアンテナの低角度性能を改善するための別の技法を示す。この実施形態は、アンテナが台座30上で接地平面90より上方に少しだけ高くなっていることを除いて、図10aおよび10bの寄生リング幾何形状に関係し、台座30には、前述の回路104、104-1、または104-2など前置増幅器回路を容れることができる。張出し領域、ならびにわずかに増加した高さにより、地平線に向かう放射が増大する傾向がある。図10aおよび10bの実施形態、ならびに図10cおよび10dの実施形態は共に、寄生ディレクタを示す。図10aおよび10bの実施形態では、寄生ディレクタが金属200の張り出した棚部によって形成される。図10cおよび10dの実施形態では、数字200部で直径がより小さい台座30に張り出すキャビティ自体によって寄生ディレクタが形成される。 20

【0051】

図11は、従来技術の特許（米国特許第5,581,266号）からの特徴を示す。この特許は、スロットの端部で球状の伸張部16-5を使用してアンテナ帯域幅を改善することを提案している。この特許はまた、ビアを使用してキャビティを形成することをも提案し、その特徴を本発明と共に使用するように適合することができるであろう。

【0052】

交差スロットを使用する実施形態では、スロットが互いに角度90度で交差するように画定される。当然ながら、角度を幾分変えることができるが、そのような変形は、円偏波された無線周波数信号を受信（または送信）するアンテナの能力を劣化させる傾向があるため、好ましくない。したがって、スロットは互いに正確に角度90度で交差することが好ましいが、互いに85～95度の範囲内で確実に交差するべきである。 30

【0053】

以上、本発明について、そのいくつかの実施形態と共に述べたが、次いで当業者には修正が自ずと明らかになる可能性がある。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲によって必要とされる以外、開示されている実施形態に限定されない。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】直接放送衛星ラジオシステムの略図である。 40

【図2】パッチアンテナの横断面図である。

【図3】新規な給電構造を有するスロットアンテナの横断面図である。

【図4a】新規な給電構造を有する交差スロットアンテナの平面図である。

【図4b】線4bでとった図4aの交差スロットアンテナを介した横断面図である。

【図5】直線偏波における交差スロットアンテナの特定の実施形態の放射パターンを示す図である。

【図6】円偏波における同アンテナの放射パターンを示す図である。

【図7a】一体型アンテナユニットまたはパッケージ内の交差スロットアンテナの一実施形態を示す上面図である。

【図7b】図7cに示された線7bに沿ってとられた、一体型アンテナユニットまたはパ 50

ッケージ内の交差スロットアンテナの一実施形態を示す底面図である。

【図 7 c】図 7 a および 7 b に示された線 7 c に沿ってとられた、一体型アンテナユニットまたはパッケージ内の交差スロットアンテナの一実施形態を示す横断面図である。

【図 7 d】交差スロットアンテナを送信器 / 受信器に接続するための、電力増幅器および前置増幅器を有するアンテナスイッチの回路図である。

【図 7 e】2 入力をもつ直接放送受信器に交差スロットアンテナを接続するために使用することができる回路の回路図である。

【図 8】直接放送衛星ラジオシステム内での、本明細書で開示されている交差スロットアンテナの一体型ユニット実施形態の使用を示す図である。

【図 9】キャビティがドーム形状を帯びる交差スロットアンテナの一実施形態を示す図である。 10

【図 10 a】本明細書で開示されている交差スロットアンテナの低角度性能を改善するために任意選択で使用する可以使用の寄生リング構造を示す図である。

【図 10 b】本明細書で開示されている交差スロットアンテナの低角度性能を改善するために任意選択で使用する可以使用の寄生リング構造を示す図である。

【図 10 c】本明細書で開示されている交差スロットアンテナの低角度性能を改善するために任意選択で使用する可以使用の台座構造を示す図である。

【図 10 d】本明細書で開示されている交差スロットアンテナの低角度性能を改善するために任意選択で使用する可以使用の台座構造を示す図である。

【図 11】球状または拡大されたスロット端部を有する交差スロットアンテナの平面図である。 20

【図 1】

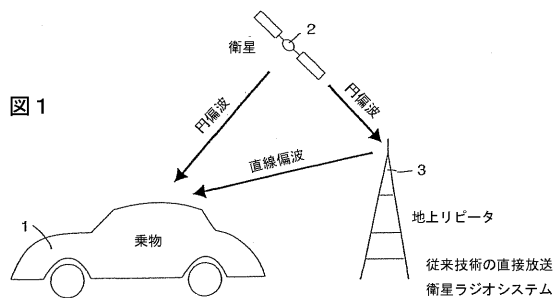


図 1

【図 4 a】

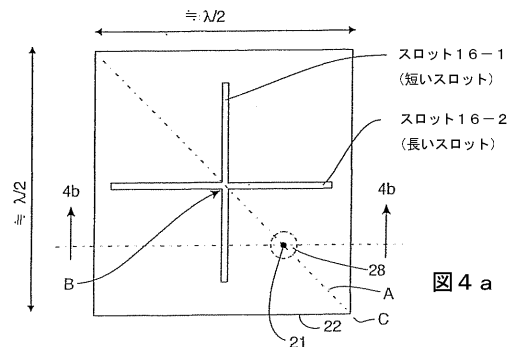


図 4 a

【図 2】

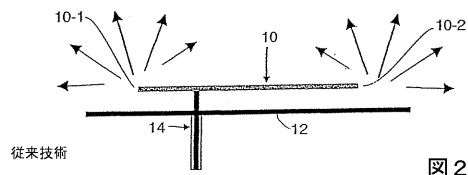


図 2

【図 4 b】

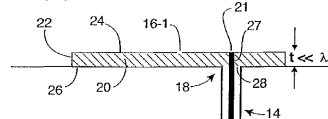


Figure 4b

【図 3】

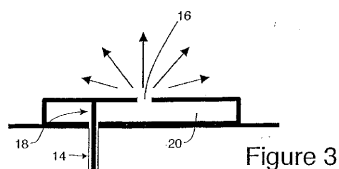


Figure 3

【図 9】

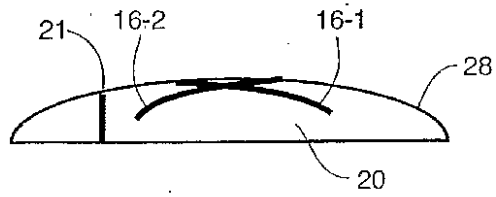


Figure 9

【図 10 c】

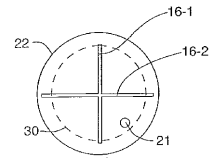


Figure 10c

【図 10 d】

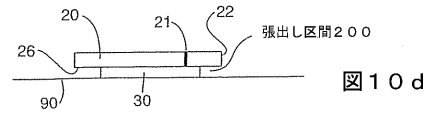


図 10 d

【図 10 a】

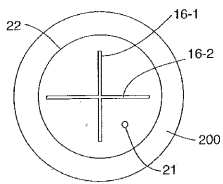


Figure 10a

【図 10 b】

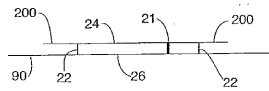


Figure 10b

【図 11】

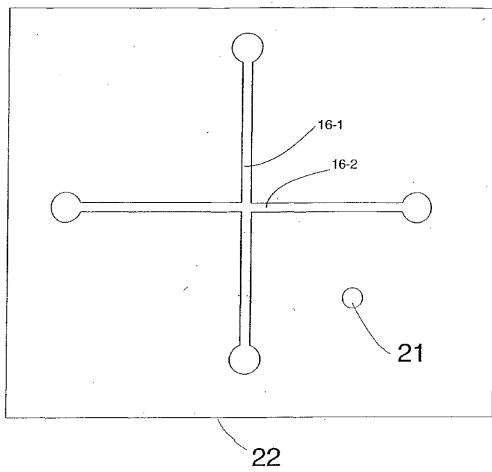


Figure 11

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		1 International Application No. PCT/US 02/09015																								
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01Q13/18 H01Q1/32 H01Q13/10 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																										
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01Q Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC																										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category *</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 4 371 877 A (DOUSSOT MICHEL ET AL) 1 February 1983 (1983-02-01) column 6-7; figure 13</td> <td>1-5, 7-15, 36-39, 43-47, 52-56, 61</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>EP 0 598 580 A (HUGHES MISSILE SYSTEMS) 25 May 1994 (1994-05-25) column 3-4; figures 1,2</td> <td>43, 52</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>1-15, 36-39, 44-47, 53-56</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>21-23, 27-30</td> </tr> <tr> <td></td> <td>---</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>-/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 4 371 877 A (DOUSSOT MICHEL ET AL) 1 February 1983 (1983-02-01) column 6-7; figure 13	1-5, 7-15, 36-39, 43-47, 52-56, 61	X	EP 0 598 580 A (HUGHES MISSILE SYSTEMS) 25 May 1994 (1994-05-25) column 3-4; figures 1,2	43, 52	Y		1-15, 36-39, 44-47, 53-56	A		61	Y		21-23, 27-30		---			-/-	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
X	US 4 371 877 A (DOUSSOT MICHEL ET AL) 1 February 1983 (1983-02-01) column 6-7; figure 13	1-5, 7-15, 36-39, 43-47, 52-56, 61																								
X	EP 0 598 580 A (HUGHES MISSILE SYSTEMS) 25 May 1994 (1994-05-25) column 3-4; figures 1,2	43, 52																								
Y		1-15, 36-39, 44-47, 53-56																								
A		61																								
Y		21-23, 27-30																								

	-/-																									
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.																										
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																										
Date of the actual completion of the international search 6 December 2002		Date of mailing of the international search report 23. 12. 2002																								
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ribbe, J																								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 02/09015

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A Y	EP 0 295 003 A (EMI PLC THORN) 14 December 1988 (1988-12-14) column 5-6; figure 1	43, 52 1, 12, 36, 61 40-42
X Y	US 4 803 494 A (NORRIS ANDREW P ET AL) 7 February 1989 (1989-02-07) figures 1, 2	61 1-15, 36-39, 44-47, 53-56
X Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 12, 3 January 2001 (2001-01-03) & JP 2000 252739 A (TOSHIBA CORP), 14 September 2000 (2000-09-14) abstract; figures 4, 6	20, 34, 35 21-23, 27-30
Y	JOHNSSON, RICHARD C: "Antenna Engineering Handbook; 3ED." 8 November 1999 (1999-11-08), MCGRAW-HILL, INC., NEW YORK XP002223980 page 8.7 -page 8.9	40-42
A	LU J-H ET AL: "SINGLE-FEED CIRCULARLY POLARIZED EQUILATERAL-TRIANGULAR MICROSTRIP ANTENNA WITH A TUNING STUB" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 48, no. 12, 1 December 2000 (2000-12-01), pages 1869-1872, XP001005156 ISSN: 0018-926X the whole document	1
A	GB 1 387 679 A (WALLACE D A R) 19 March 1975 (1975-03-19) figures 1, 3	20, 24
A	DE 41 41 870 A (NISSAN MOTOR) 2 July 1992 (1992-07-02) page 3; figures 1, 2	20
	--- -/--	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 02/09015

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CHEN WEN-SHYANG ET AL: "Compact circularly-polarised circular microstrip antenna with cross-slot and peripheral cuts" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 34, no. 11, 28 May 1998 (1998-05-28), pages 1040-1041, XP006009860 ISSN: 0013-5194 the whole document ---	21-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 246 (E-632), 12 July 1988 (1988-07-12) & JP 63 033905 A (SONY CORP), 13 February 1988 (1988-02-13) abstract ---	24
A	BALANIS, CONSTANTINE A.: "Antenna Theory - Analysis and Design; 2ed." 1997, WILEY, NEW YORK XP002223981 page 760-762 -----	40-42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 02/09015**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

As a result of the prior review under R. 40.2(e) PCT,
no additional fees are to be refunded.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☒ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US 02 09015

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-19,36-39,43-61

Probe-feeding of a slot cavity antenna

1.1. Claims: 1-19,36-39,43-60

Probe-feeding of a crossed slot cavity antenna

1.2. Claim : 61

Probe-fed slot cavity antenna

2. Claims: 20-35

Adaptations of an antenna for vehicle mounting

3. Claims: 40-42

Method of designing a crossed slot cavity antenna

Please note that all inventions mentioned under item 1, although not necessarily linked by a common inventive concept, could be searched without effort justifying an additional fee.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 02/09015

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4371877	A	01-02-1983	FR 2481526 A1 DE 3115388 A1 GB 2074792 A ,B JP 56168404 A	30-10-1981 16-06-1982 04-11-1981 24-12-1981
EP 0598580	A	25-05-1994	AU 5065693 A CA 2102479 A1 EP 0598580 A1 JP 7022833 A NO 934093 A	30-06-1994 17-05-1994 25-05-1994 24-01-1995 18-05-1994
EP 0295003	A	14-12-1988	EP 0295003 A2 US 4958165 A	14-12-1988 18-09-1990
US 4803494	A	07-02-1989	GB 2202379 A	21-09-1988
JP 2000252739	A	14-09-2000	NONE	
GB 1387679	A	19-03-1975	GB 1537750 A IE 38357 B1	04-01-1979 01-03-1978
DE 4141870	A	02-07-1992	JP 2803365 B2 JP 4225605 A DE 4141870 A1	24-09-1998 14-08-1992 02-07-1992
JP 63033905 9	A		NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

B l u e t o o t h

(72)発明者 シーヴェンバイパー, ダニエル

アメリカ合衆国, 9 0 0 6 4 カリフォルニア州, ロス アンジェルス, 1 1 3 0 0 エクスポジ
ション プールヴァード # 2 1 5

Fターム(参考) 5J021 AA02 AA09 AA12 AB05 CA06 FA26 FA31 GA01 HA05 HA07
HA10 JA02 JA05 JA06 JA07
5J045 AA01 AA02 AA05 AA12 AA21 AB05 AB07 CA02 CA03 CA04
DA03 DA06 EA07 FA02 JA02 LA01 LA03 NA01 NA02
5J046 AA04 AA13 AB03 AB08 RA05 RA06