

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7231608号  
(P7231608)

(45)発行日 令和5年3月1日(2023.3.1)

(24)登録日 令和5年2月20日(2023.2.20)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 1 Q 13/08 (2006.01)	H 0 1 Q 13/08	
H 0 1 Q 19/28 (2006.01)	H 0 1 Q 19/28	
H 0 1 Q 1/32 (2006.01)	H 0 1 Q 1/32	Z

請求項の数 11 (全15頁)

(21)出願番号	特願2020-501656(P2020-501656)	(73)特許権者	000006758 株式会社ヨコオ 東京都北区滝野川7丁目5番11号
(86)(22)出願日	平成31年2月7日(2019.2.7)	(74)代理人	100124682 弁理士 黒田 泰
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/004333	(74)代理人	100104710 弁理士 竹腰 昇
(87)国際公開番号	WO2019/163521	(74)代理人	100090479 弁理士 井上 一
(87)国際公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)	(72)発明者	山保 威 群馬県富岡市神農原1112番地 株式 会社ヨコオ富岡工場内
審査請求日	令和4年1月25日(2022.1.25)	審査官	岸田 伸太郎
(31)優先権主張番号	特願2018-30681(P2018-30681)		
(32)優先日	平成30年2月23日(2018.2.23)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パッチアンテナおよび車載用アンテナ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に対して所定向きで設置されるパッチアンテナであって、  
板状の放射素子を有するアンテナ本体部と、  
前記放射素子の板面に垂直な方向から前記放射素子を見た平面視において、前記放射素子から間隔をあけた位置に設けられた無給電素子と、  
前記アンテナ本体部及び前記無給電素子を収容する収容空間を形成する筐体と、  
を備え、  
前記所定向きは、前記放射素子の放射方向が前記車両の前後方向に沿う向きである、  
パッチアンテナ。

10

【請求項2】

前記無給電素子は、前記平面視において、長手方向が前記放射素子の中心と給電点とを結ぶ線分の方向に沿った方向に設けられた、  
請求項1に記載のパッチアンテナ。

【請求項3】

前記無給電素子は、長手方向の長さが、前記平面視における前記放射素子の最大長さの0.52倍以上である、  
請求項1又は2に記載のパッチアンテナ。

【請求項4】

前記無給電素子は、長手方向の長さが、前記平面視における前記放射素子の最大長さの

20

0.89倍以下である、

請求項1～3の何れか一項に記載のパッチアンテナ。

【請求項5】

前記無給電素子は、前記放射素子が設けられた誘電体の面と同じ面に設けられた、

請求項1～4の何れか一項に記載のパッチアンテナ。

【請求項6】

前記間隔は、前記平面視における前記放射素子の最大長さの0.51倍以下である、

請求項1～5の何れか一項に記載のパッチアンテナ。

【請求項7】

前記無給電素子の上面の高さ $H_p$ と、前記放射素子の上面の高さ $H_r$ との差は、前記平面視における前記放射素子の最大長さ  $L$  に対して、 $0 < H_p - H_r < L \times 0.05$ である、

請求項1～6の何れか一項に記載のパッチアンテナ。

【請求項8】

前記無給電素子は、前記放射素子を挟んだ両側に一対設けられている、

請求項1～7の何れか一項に記載のパッチアンテナ。

【請求項9】

前記一対の無給電素子は、第1の無給電素子と、長手方向の長さが前記第1の無給電素子よりも長い第2の無給電素子とを有する、

請求項8に記載のパッチアンテナ。

【請求項10】

前記筐体は、その底面から前記収容空間に向けて突出する突起部を有する、

請求項1～9の何れか一項に記載のパッチアンテナ。

【請求項11】

請求項1～10の何れか一項に記載のパッチアンテナを具備する車載用アンテナ装置であって、

前記筐体が前記車両の所定位置に前記所定向きに設置されたときに、前記パッチアンテナが垂直偏波用となるように前記パッチアンテナを支持する支持部を具備する車載用アンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パッチアンテナおよび車載用アンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

四角形や円形の小面積の放射素子を有する平面アンテナとしてパッチアンテナが知られている。パッチアンテナの用途は広く、特許文献1には、衛星波の円偏波信号と地上波の直線偏波信号とを受信可能で、しかも配設した高さを低く抑えることができるパッチアンテナが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2003-347838号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のパッチアンテナは、板状の放射素子と平行に板状の地板を配置した構成が一般的であり、放射素子の板面に対する法線方向（放射素子の中心から見た仰角90度方向）の指向性が強い。そのため、放射素子の中心から見て高仰角の方向の利得は比較的高いが、低仰角の方向では利得が低くなる場合があった。

【0005】

10

20

30

40

50

本発明が解決しようとする課題は、放射素子の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させることができるパッチアンテナの技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様は、板状の放射素子と、前記放射素子の板面に垂直な方向から前記放射素子を見た平面視において、前記放射素子から間隔をあけた位置に設けられた無給電素子と、を備えたパッチアンテナである。

【0007】

第1の態様によれば、放射素子の板面に垂直な方向から放射素子を見た平面視において、放射素子から間隔をあけて無給電素子が設けられる。この無給電素子によって電波の放射特性を変化させることができるため、放射素子の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させ得る技術が実現可能となる。

10

【0008】

本発明の第2の態様は、前記無給電素子は、前記平面視において、長手方向が前記放射素子の中心と給電点とを結ぶ線分の方向に沿った方向に設けられた、第1の態様に係るパッチアンテナである。

【0009】

また、本発明の第3の態様は、前記無給電素子は、長手方向の長さが、前記平面視における前記放射素子の最大長さの0.52倍以上である、第1又は第2の態様に係るパッチアンテナである。

20

【0010】

また、本発明の第4の態様は、前記無給電素子は、長手方向の長さが、前記平面視における前記放射素子の最大長さの0.89倍以下である、第1～第3の何れかの態様に係るパッチアンテナである。

【0011】

第2～第4の形態によれば、放射素子の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させるのに好適な形態とすることができる。

【0012】

本発明の第5の態様は、前記無給電素子は、前記放射素子が設けられた誘電体の面と同じ面に設けられた、第1～第4の何れかの態様に係るパッチアンテナである。

30

【0013】

第5の態様によれば、放射素子が設けられた誘電体の面と同じ面に無給電素子を設けることで、第1～第4の何れかの態様に係る作用効果を発揮するパッチアンテナを容易に製造可能になる。

【0014】

また、本発明の第6の態様は、前記間隔は、前記平面視における前記放射素子の最大長さの0.51倍以下である、第1～第5の何れかの態様に係るパッチアンテナである。

【0015】

また、本発明の第7の態様は、前記無給電素子の上面の高さ $H_p$ と、前記放射素子の上面の高さ $H_r$ との差は、前記平面視における前記放射素子の最大長さ  $L$  に対して、 $0 < H_p - H_r < L \times 0.05$  である、第1～第6の何れかの態様に係るパッチアンテナである。

40

【0016】

第6又は第7の態様によれば、放射素子の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させるのに好適な形態とすることができる。

【0017】

本発明の第8の態様は、前記無給電素子は、前記放射素子を挟んだ両側に一対設けられている、第1～第7の何れかの態様に係るパッチアンテナである。

【0018】

また、本発明の第9の態様は、前記一対の無給電素子は、第1の無給電素子と、長手方向の長さが前記第1の無給電素子よりも長い第2の無給電素子とを有する、第8の態様に

50

係るパッチアンテナである。

【 0 0 1 9 】

第 8 の態様によれば、放射素子を挟んだ両側に、一对の無給電素子が設けられる。一对の無給電素子が設けられていることで、放射素子の最大放射方向が放射素子の板面に垂直な方向に沿った方向となる。そして、第 9 の態様によれば、一对の無給電素子は、第 1 の無給電素子と、長手方向の長さが第 1 の無給電素子よりも長い第 2 の無給電素子とを有する。この一对の無給電素子によって、電波の放射特性を変化させて、放射素子の最大放射方向を所望の方向に改変することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の第 1 0 の態様は、第 1 ~ 第 9 の何れかの態様に係るパッチアンテナを具備する車載用アンテナ装置であって、車両の所定位置に所定向きに設置される筐体と、前記筐体が前記所定位置に前記所定向きに設置されたときに、前記パッチアンテナが垂直偏波用となるように前記パッチアンテナを支持する支持部と、を具備する車載用アンテナ装置である。

10

【 0 0 2 1 】

第 1 0 の態様によれば、放射素子の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させた垂直偏波用の車載用アンテナ装置を実現できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 車載用アンテナ装置の構成例を示す斜視外観図と、使用例を示す概念図。

20

【 図 2 】 車載用アンテナ装置の内部の構成例を説明するための図。

【 図 3 】 車載用アンテナ装置を図 2 の III - III 断面に沿って縦断した縦断面図。

【 図 4 】 車載用アンテナ装置の H 面（ Y Z 方向平面 ）における利得特性グラフ。

【 図 5 】 一对の無給電素子の導体長さを変更した場合の H 面における利得特性グラフ。

【 図 6 】 一对の無給電素子の導体長さを変更した場合の H 面における半値角相対値をテーブル化した図。

【 図 7 A 】 第 2 の無給電素子の導体長さを第 1 の無給電素子の導体長さより長くした場合の H 面における最大放射方向をテーブル化した図。

【 図 7 B 】 導体長さを示すための車載用アンテナ装置の内部構成図。

【 図 8 】 変形例における同軸ケーブルの配線方向を説明する図。

30

【 図 9 】 一对の無給電素子の上面の高さと放射素子の上面の高さとを変更した変形例を示す図。

【 図 1 0 】 上面高低差  $h$  を変更した場合の H 面における利得特性グラフ。

【 図 1 1 】 放射素子の周縁の外側に一对の無給電素子を設けた変形例を示す図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

以下、本発明を適用した実施形態の一例を説明するが、本発明を適用可能な形態が以下の実施形態に限られない。

【 0 0 2 4 】

また、本実施形態では方向を次のように定義する。まず、誘電体基板 3 2 を挟んで放射素子 3 1 と地板 3 3（地導体板ともいう）とが積層された構造のパッチアンテナ 2 0 において（図 3 参照）、誘電体基板 3 2 から放射素子 3 1 に向かう方向を「放射方向」と呼称する。放射方向は、誘電体基板 3 2 から放射素子 3 1 に向かう方向と放射素子 3 1 から誘電体基板 3 2 に向かう方向との両方向ではなく、向きが決まった方向となる。また、左手系の直交 3 軸を定義する。直交 3 軸の座標原点は、放射素子 3 1 の板面中心とする。この直交 3 軸の方向が分かり易いように、直交 3 軸の各軸方向に平行な方向を示す参照方向を各図に付記した。参照方向としているのは、直交 3 軸の原点は、正しくは放射素子 3 1 の板面中心であるためである。あくまで方向の参照用として示している。

40

【 0 0 2 5 】

そして、左手系の直交 3 軸であるが、放射素子 3 1 の板面に垂直な方向（放射素子 3 1

50

の板面に対する法線方向)をZ軸方向とし、放射方向の向きをZ軸正方向とする。また、放射素子31の中心と給電点(芯線取付孔とも述べる)31hとを結ぶ線分の方角に沿った方向をX軸方向とし(図2参照)、放射素子31の中心から給電点31hに向かう方向をX軸正方向とする。Y軸方向並びにY軸正方向は、左手系の直交3軸であること、X軸正方向およびZ軸正方向が定義されることで自明となる。

【0026】

別の表現で方向を定義すると、放射素子31の中心(直交3軸原点)から見て、放射素子31の板面に沿った方向(板面方向)を方位とした場合の仰角90度方向がZ軸正方向であり、放射素子31の中心から給電点31hに向かう方向がX軸正方向、このX軸正方向を12時方向とした場合の3時方向の方位がY軸正方向となる。放射素子31の板面方向は、Azimuth方向や方位角方向等とも呼ばれる場合がある。

10

【0027】

本明細書において、X軸方向と述べる場合は、X軸に平行な方向を意味し、X軸正方向およびX軸負方向の±両方向を含む意味とする。Y軸方向およびZ軸方向についても同様である。よって各軸方向は、各図に示した参照方向となる。

【0028】

また、パッチアンテナ20において、放射素子31の電界面であるE面と、磁界面であるH面は、放射素子31の中心(直交3軸原点)から見て、X軸方向およびZ軸方向を含むXZ方向平面がE面、Y軸方向およびZ軸方向を含むYZ方向平面がH面となる。別の表現で面を定義すると、放射素子31の板面に垂直な方向と、放射素子31の中心と給電点31hとを結ぶ線の方角とを含む平面がE面であり、このE面に垂直な平面であって且つ、放射素子31の板面に垂直な方向を含む平面がH面である。

20

【0029】

図1は、本実施形態の車載用アンテナ装置10の構成例を示す斜視外観図と、使用例を示す概念図である。

【0030】

車載用アンテナ装置10は、パッチアンテナを具備する5.9GHzのV2X(Vehicle-to-everything;車車間、路車間等)通信用の車載アンテナであって、車両3の所定位置に所定向きに設置され、同軸ケーブル4を介して、V2Xコントローラ5に接続される。

【0031】

車載用アンテナ装置10は、車内のフロントガラス上部(例えばルームミラー付近)に、放射方向(Z軸正方向)が車両3の前進方向である前方を向き、Y軸正方向が車両3の前進方向に向かって右方に、Y軸負方向が車両3の前進方向に向かって左方に向くように設置される。

30

【0032】

車載用アンテナ装置10の設置位置と設置数は、想定する通信対象等の環境条件に応じて適宜変更できる。例えば、複数箇所設置するとしてもよい。設置場所も、例えば、ダッシュボードの上部でもよいし、バンパーやナンバープレートの取り付け部、Aピラー等のピラー部等でもよい。また、車内のリアガラスに、放射方向を車両3の後方を向くように設定してもよい。ここで、後方とは、車両3の後進方向の意味である。また、放射方向を車両3の右方又は左方を向くように設定してもよい。ここで、右方とは、車両3の前進方向に向かって右方の意味であり、左方とは、車両3の前進方向に向かって左方の意味である。また、防水や防塵の性能条件が確保される構造を有する場合には、車両3の屋根上に設置することもできる。

40

【0033】

本実施形態の車載用アンテナ装置10は、直方体状の外観を有し、放射方向に分割される第1筐体11と第2筐体12との分割構造のケースの中にパッチアンテナ20を内蔵する。そして、筐体側部に設けられた車体取付用の支持部13が車両3に装着されることで、パッチアンテナ20が垂直偏波用のアンテナとして好適に機能する。本実施形態では、支持部13を、車載用アンテナ装置10を設置するために用いるボルトやビスを挿通する

50

ためのボスとし、車両 3 から見て筐体の左右両側面（Y 軸方向の両側面）のそれぞれに設ける構成としているが、支持部 13 の設定位置や設定数は適宜選択可能である。また、車載用アンテナ装置 10 を設置・固定する方法はボルトやビスを用いる方法に限らず他の方法でもよく、それに応じて支持部 13 も、適宜クリップ構造等その方法に適した構造を採用することができる。

#### 【0034】

支持部 13 は、第 1 筐体 11 および第 2 筐体 12 が車両 3 の所定位置に所定向きに設置されるように、第 1 筐体 11 および第 2 筐体 12 を支持する。第 1 筐体 11 および第 2 筐体 12 が車両 3 の所定位置に所定向きに設置されることで、パッチアンテナ 20 が垂直偏波用のアンテナとして機能するように、支持部 13 がパッチアンテナ 20 を支持する格好となる。

10

#### 【0035】

図 2 は、車載用アンテナ装置 10 の内部の構成例を説明するための図であって、第 1 筐体 11 を取り外して、第 2 筐体 12 の内部を Z 軸正方向から見た図である。また、図 3 は、同じく車載用アンテナ装置 10 の内部の構成例を説明するための図であり、第 1 筐体 11 を含めた車載用アンテナ装置 10 を図 2 の III - III 断面に沿って縦断した縦断面図である。

#### 【0036】

第 1 筐体 11 は、凹部である上部收容空間 11a を画成し、第 2 筐体 12 は、凹部である下部收容空間 12a を画成する。上部收容空間 11a および下部收容空間 12a は、第 1 筐体 11 および第 2 筐体 12 が組み付けられることで連続する 1 つの收容空間となる。パッチアンテナ 20 は、その收容空間の中、主に下部收容空間 12a に収まるようにして設置される。

20

#### 【0037】

パッチアンテナ 20 は、アンテナ本体部 30 と、一对の無給電素子 40（40-1, 40-2）と、を備える。

#### 【0038】

アンテナ本体部 30 は、例えば外形が Z 軸正方向から見て四角形状を有し、図 3 に向かって上から順に、放射素子 31 と、誘電体基板 32 と、地板 33 と、を備える。アンテナ本体部 30 は、従来のパッチアンテナと同様に、プリント基板の製造方法を応用して作成することができる。

30

#### 【0039】

放射素子 31 は、Z 軸正方向から見て四角形状の板状を有し、板面中心より X 軸正方向（パッチアンテナ 20 の直線偏波の偏波面に沿った方向）にオフセットした位置（ずれた位置）に、同軸ケーブル 4 の芯線 41 を挿通・固定する Z 軸方向の貫通孔である芯線取付孔 31h を備える。この芯線取付孔 31h が給電点となる。したがって、同じ符号を用いて、適宜、給電点 31h と述べる。本実施形態では、放射素子 31 は、Z 軸正方向から見て正方形で、一辺の長さが 13.5 mm に設計される。なお、図 3 では、構造の理解が容易となるように、意図的に放射素子 31 や地板 33 の Z 軸方向の厚さを大きく描いているが、実際は、薄い板状の薄膜として形成され得る。

40

#### 【0040】

誘電体基板 32 は、Z 軸正方向から見ると、放射素子 31 よりも広い面積を有する。そして、組立時において放射素子 31 の芯線取付孔 31h と連通する位置に、Z 軸方向に貫通する不図示の芯線挿通孔を有する。

#### 【0041】

地板 33 は、誘電体基板 32 の下面と同じ形状又は僅かに小さい形状を有し、組立時に放射素子 31 の芯線取付孔 31h および誘電体基板 32 の芯線挿通孔と連通する不図示の芯線挿通孔を有する。そして、地板 33 の下面には、この地板 33 の芯線挿通孔と同軸となるように、第 2 筐体 12 の底部に設けられた不図示の挿通孔を通じて基板用同軸コネクタ 22 が装着される。

50

## 【 0 0 4 2 】

一対の無給電素子 4 0 ( 4 0 - 1 , 4 0 - 2 ) は、Z 軸正方向から見て棒状の板状導体 ( 金属板 ) で構成され、Z 軸方向である放射素子 3 1 の板面に垂直な方向から放射素子 3 1 を見た平面視 ( 放射素子 3 1 を Z 軸正方向から見た平面視 ) において放射素子 3 1 を挟んだ両側に、放射素子 3 1 の端辺から所定の間隔  $b$  をあけた位置に設けられる。無給電素子 4 0 と放射素子 3 1 との間に間隔をあけない構成では、無給電素子 4 0 が放射素子 3 1 の一部であるかのように働き、パッチアンテナ 2 0 で得られる周波数が変化するおそれがある。

## 【 0 0 4 3 】

より詳細には、一対の無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 は、例えば誘電体基板 3 2 の上面周縁部において、各々の長手方向が Z 軸正方向から見て放射素子 3 1 の中心と給電点 3 1  $h$  とを結ぶ線分の方向 ( X 軸方向 ) に沿う向きで、各無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 によって当該線分を挟む位置に配置される。以下では、一対の無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 のうちの一方 ( 例えば図 2 の下側、Y 軸負方向側 ) の無給電素子 4 0 - 1 を適宜、第 1 の無給電素子 4 0 - 1 とも述べ、他方 ( 図 2 の上側、Y 軸正方向側 ) の無給電素子 4 0 - 2 を適宜、第 2 の無給電素子 4 0 - 2 とも述べる。

## 【 0 0 4 4 】

組立時、アンテナ本体部 3 0 は、第 2 筐体 1 2 の底部に固定される。より詳細には、第 2 筐体 1 2 の底部には、Z 軸正方向に突出した突起部 1 2  $t$  が設けられている。突起部 1 2  $t$  の先端に地板 3 3 の下面 ( Z 軸負方向側端面 ) が当接されて、アンテナ本体部 3 0 と突起部 1 2  $t$  とが固定される。固定方法は、適宜選択可能であるが、例えば地板 3 3 と突起部 1 2  $t$  とを接着するとしてもよい。また、第 2 筐体 1 2 とアンテナ本体部 3 0 ( 地板 3 3 ) との間の間隔は空気層 ( 空間 ) としてもよいし、電気絶縁性材料である樹脂層としてもよい。樹脂層とするならば、空間補充剤と接合剤とを兼ねて樹脂を利用することもできる。

## 【 0 0 4 5 】

次に、本実施形態のパッチアンテナ 2 0 の効果について説明する。効果の説明にあたり、Z 軸正方向から見た放射素子 3 1 の対角線の最大長さを「放射素子最大長さ」と称し、図 2 に示すように、放射素子最大長さを「 $L$ 」と表記する。本実施形態では、放射素子 3 1 は一辺が 1 3 . 5 mm の正形状であるため、放射素子最大長さ  $L$  は 1 9 . 1 mm である。そして、各無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 の導体長さ ( 無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 の長手方向の長さをいう ) や、放射素子 3 1 と無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 との間の間隔  $b$  を、放射素子最大長さ  $L$  に対する倍率として表記し、併せて実際の長さを直後の括弧内に付記する。例えば、導体長さを 0 . 8 6  $L$  ( 約 1 6 . 5 mm ) と表記したときであれば、当該長さが放射素子最大長さ  $L$  である 1 9 . 1 mm の 0 . 8 6 倍の長さであることを示し、括弧内の約 1 6 . 5 mm が実際の長さとなる。

## 【 0 0 4 6 】

まず、図 4 は、H 面 ( Y Z 方向平面 ) における利得特性グラフであり、H 面における Y 軸正方向を 0 度とし、Y 軸負方向を 1 8 0 度としたアンテナ利得を示している。9 0 度が Z 軸正方向となり、放射素子 3 1 の中心から見た仰角 9 0 度方向に相当する。そして、実線が、各無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 の導体長さを 0 . 8 6  $L$  ( 約 1 6 . 5 mm ) とし、間隔  $b$  を 0 . 2 5  $L$  ( 約 4 . 7 5 mm ) として構成した本実施形態のパッチアンテナ 2 0 のアンテナ利得の特性を示している。一方、破線が、一対の無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 を省略した、従来技術に相当する比較用構成のアンテナ利得の特性を示している。

## 【 0 0 4 7 】

図 4 に示すように、放射素子 3 1 の中心から見て低仰角の方向である 0 度 ~ 4 5 度および 1 3 5 度 ~ 1 8 0 度の各範囲に着目すると、一対の無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 を省略した構成に比べて利得が向上しており、一対の無給電素子 4 0 - 1 , 4 0 - 2 を設けることによる作用効果が表れている。

## 【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

つぎに、図5は、一对の無給電素子40-1, 40-2の導体長さを変更した場合のH面の低仰角(H面におけるY軸正方向を0度とし、Y軸負方向を180度とした場合の0度~45度および135度~180度の範囲)における利得の最小値をグラフ化した利得特性グラフであって、異なる間隔bで導体長さを変えた場合の利得特性グラフを、線種を変更して示している。具体的には、実線は、間隔bを0.51(約9.75mm)とした場合、一点鎖線は、間隔bを0.38(約7.25mm)とした場合、二点鎖線は、間隔bを0.25(約4.75mm)とした場合の利得特性グラフである。また、図6は、一对の無給電素子40-1, 40-2の間隔bを4.75mmとし、導体長さを変更した場合のH面における半値角の相対値をテーブル化した図である。図6において、最上段の導体長さ「なし」としているのが一对の無給電素子40-1, 40-2を省略した比較用構成に相当し、この比較用構成の半値角を「1.000」としたときの相対値(半値角相対値)を示している。

10

#### 【0049】

図5に示すように、各無給電素子40-1, 40-2の導体長さを長くしていくと、低仰角の方向における利得の最小値も上昇していく。そして、導体長さが0.89(約17.0mm)の付近でピークに達し、これを超えると、利得の最小値は減少傾向を示す。ただし、導体長さが長くなれば、その分パッチアンテナ20のサイズも大きくなる。よって、パッチアンテナ20の小型化(車載用アンテナ装置10の小型化でもある)への影響を考慮して、導体長さは、放射素子最大長さの0.89倍以下である0.89(約17.0mm)以下が望ましい。

20

#### 【0050】

一方、導体長さの下限については、図6に示すように、導体長さを10mmとすると、比較用構成に対して半値角を1.2%上昇させることができ、これ以上の長さであれば、更に半値角を向上させることができる。また、導体長さを8mmとした場合には、比較用構成に対して半値角が0.7%の上昇となる。したがって、比較用構成に対して半値角を1%上昇させる導体長さは、単純比例計算によると $(10+8) \times (1 / (1.2+0.7)) = \text{約} 9.47 \text{ mm}$ となる。よって、比較用構成に対して半値角を1%以上上昇させ得る導体長さは、余裕を見て、放射素子最大長さの0.52倍以上である0.52(約9.99mm)以上あることが望ましい。

#### 【0051】

また、図5において間隔bに着目すると、間隔bを0.25(約4.75mm)、0.38(約7.25mm)、0.51(約9.75mm)の順に長くしていくと、低仰角の方向における利得の最小値も全体的に上昇していく。ただし、導体長さが0.89付近の低仰角利得最小値をみると、間隔bが0.25(約4.75mm)のときの利得に対する間隔bが0.38(約7.25mm)のときの利得の上昇幅と、間隔bが0.38(約7.25mm)のときの利得に対する間隔bが0.51(約9.75mm)のときの利得の上昇幅とでは、後者の方が小さい。そのため、ある程度まで間隔bを広げると利得は大幅には上昇しないことが予想される。そして、間隔bを広げればその分パッチアンテナ20のサイズも大きくなる。よって、パッチアンテナ20の小型化(車載用アンテナ装置10の小型化)とのバランスから、間隔bは、放射素子最大長さの0.51倍以下である0.51(約9.75mm)以下が望ましい。

30

40

#### 【0052】

以上説明したように、本実施形態によれば、パッチアンテナ20において、放射素子31の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させることが可能となる。

#### 【0053】

以上、本発明を適用した実施形態の一例について説明したが、本発明を適用可能な形態は上記形態に限定されるものではなく適宜構成要素の追加・省略・変更を施すことができる。

#### 【0054】

#### [変形例1]

50

例えば、上記実施形態では、各無給電素子 40-1, 40-2 の導体長さを同じとする構成を示した。これに対し、第 1 の無給電素子 40-1 の導体長さ  $c$  と第 2 の無給電素子 40-2 の導体長さ  $d$  とを異なる長さにしてもよい。図 7A は、第 2 の無給電素子 40-2 の導体長さ  $d$  を固定とし、第 1 の無給電素子 40-1 の導体長さ  $c$  を変化させた場合の H 面における最大放射方向をテーブル化した図である。図 7B は、第 1 の無給電素子 40-1 の導体長さ  $c$  および第 2 の無給電素子 40-2 の導体長さ  $d$  を示すために、図 2 相当の車載用アンテナ装置 10 の内部構成例を示した図である。図 7A において、導体長さ  $c$  が「なし」である最上段の構成は、第 2 の無給電素子 40-2 のみを配置し、第 1 の無給電素子 40-1 は配置しない構成に相当する。そして、最大放射方向は、放射素子 31 の中心から見た仰角 90 度方向に相当する Z 軸正方向を 0 度とし、Y 軸正方向を 90 度とした YZ 方向平面である H 面内の方位角を示す。

10

#### 【0055】

図 7A に示すように、例えば第 2 の無給電素子 40-2 の導体長さを固定にして第 1 の無給電素子 40-1 の導体長さを変更すると、最大放射方向が変化する。具体的には、導体長さ  $d$  を固定にして導体長さ  $c$  を 6 mm から徐々に長くしていくと、最大放射方向の方位角は次第に 0 度に近づいていく。そして、図示しないが、導体長さ  $c$  を導体長さ  $d$  と同じ長さまで長くすると最大放射方向の方位角は 0 度になる。よって、各々の導体長さ  $c$ ,  $d$  を変えてパッチアンテナ 20 を構成することで、最大放射方向を改変することができる。改変が必要になる原因の 1 つに、車載用アンテナ装置 10 の設置環境が挙げられる。具体的には、例えば、車載用アンテナ装置 10 の車両 3 への設置に際して、車内のレイアウト等の都合上同軸ケーブルの配線方向が制約される場合がある。例えば、図 3 に示したように放射素子 31 の板面に対して垂直に同軸ケーブル 4 が挿通されて配線される構成に限らず、図 8 に示すように、配線方向を放射素子 31 の板面に沿わせる構造のコネクタを採用して、当該板面と平行に同軸ケーブル 4a が配線される場合もある。そして、この配線方向が電波の放射特性に影響して、設置時に最大放射方向が想定した方向（例えば車両 3 の前方）からずれてしまう場合が起こり得た。そこで、パッチアンテナ 20 の配線構成が電波の放射特性に与える影響を考慮して、各無給電素子 40-1, 40-2 の各々の導体長さを適宜設定することで、車載用アンテナ装置 10 の車両 3 への設置時に最大放射方向が所望の放射方向を向くよう改変することが可能となる。また、例えば ETC (Electronic Toll Collection System) 用のアンテナのように、所望の放射方向が車両の前方からずれている場合にも、当該放射方向に応じて各無給電素子 40-1, 40-2 の各々の導体長さを変えることで、同様に適用が可能となる。各無給電素子 40-1, 40-2 の少なくとも一方の導体長さ  $c$  が、放射素子最大長さ  $L$  の 0.89 倍以下である 0.89 (約 17.0 mm) 以下であればよい。両方がこの条件を満たすとより好適である。さらに、各無給電素子 40-1, 40-2 の少なくとも一方の間隔  $b$  が、放射素子最大長さ  $L$  の 0.51 倍以下である 0.51 (約 9.75 mm) 以下であればよい。両方がこの条件を満たすとより好適である。

20

30

#### 【0056】

##### [変形例 2]

また、上記実施形態では、一对の無給電素子 40-1, 40-2 の上面が放射素子 31 の上面と同じ高さになるように各無給電素子 40-1, 40-2 を誘電体基板 32 の上面周縁部に設ける例を示した。これに対し、例えば図 9 に示すように、一对の無給電素子 40-1, 40-2 を、その上面の高さが放射素子 31 の上面の高さとは異なる高さとなるように設けるとしてもよい。より詳細には、図 9 では、各無給電素子 40a-1, 40a-2 の上面の高さを、放射素子 31 の上面の高さよりも高くした例を示している。ここで、図 9 に示す両者の高さの差 (上面高低差)  $h$  を変えた場合の H 面 (YZ 方向平面) における利得特性について、図 10 を参照して説明する。上面高低差  $h$  は、各無給電素子 40a-1, 40a-2 の上面の高さを  $H_p$ 、放射素子 31 の上面の高さを  $H_r$  とすると、 $H_p - H_r$  で表される。 $H_p$ ,  $H_r$  は誘電体基板 32 の上面を基準とした高さである。

40

#### 【0057】

50

図10は、Y軸正方向を0度とし、Y軸負方向を180度としたH面(YZ方向平面)内の方位角における利得特性グラフであって、上面高低差 $h$ を変えた場合の利得特性グラフを、線種を変更して示している。具体的には、実線は、上面高低差 $h = 0$ とした構成( $H_p = H_r$ の場合)、破線は、上面高低差 $h = 0.05$ とした構成( $H_p > H_r$ で、両者の差が $0.05$ (約1mm)の場合)、一点鎖線は、上面高低差 $h = 0.1$ とした構成( $H_p > H_r$ で、両者の差が $0.1$ (約2mm)の場合)、二点鎖線は、上面高低差 $h = -0.05$ とした構成( $H_p < H_r$ で、両者の差が $0.05$ (約1mm)の場合)の利得特性グラフである。どの構成も、各無給電素子 $40a-1$ ,  $40a-2$ の導体長さ $c$ ,  $d$ は $0.86$ (約16.5mm)とし、間隔 $b$ は $0.25$ (約4.75mm)とした。

10

#### 【0058】

まず、図10において二点鎖線で示す $h = -0.05$ の構成の0度~180度の方位角範囲における利得の平均値(平均利得)と、実線で示す $h = 0$ の構成の0度~180度の方位角範囲における平均利得とを求めて両者を比較した。すると、 $h = -0.05$ の平均利得は $1.655831$  dBであり、 $h = 0$ の平均利得は $3.784148$  dBであって、 $h = -0.05$ の構成で得られる平均利得は $h = 0$ の構成で得られる平均利得と比べて格段に低い。よって、各無給電素子 $40a-1$ ,  $40a-2$ の上面の高さ $H_p$ と、放射素子31の上面の高さ $H_r$ との差は、 $0\text{ mm } H_p - H_r$ が望ましい。次に、放射素子31の中心から見て低仰角の方向である0度~45度および135度~180度の各範囲に着目すると、図10において破線で示す $h = 0.05$ の構成及び一点鎖線で示す $h = 0.1$ の構成では、 $h = 0$ の構成と比べて低仰角での利得が低い。 $h = 0.05$ の構成と $h = 0.1$ の構成では、低仰角での利得がほぼ同じである。よって、各無給電素子 $40a-1$ ,  $40a-2$ の上面の高さ $H_p$ と、放射素子31の上面の高さ $H_r$ との差は、 $H_p - H_r < 0.05$ が望ましい。以上のことから、 $0\text{ mm } H_p - H_r < 0.05$ が望ましい。一对の無給電素子 $40-1$ ,  $40-2$ の少なくとも一方の上面の高さ $H_p$ が、 $0\text{ mm } H_p - H_r < 0.05$ であればよい。両方がこの条件を満たすとより好適である。

20

#### 【0059】

また、アンテナ本体部30のZ軸正方向から見た外形は、図2に例示した四角形状に限らず、円形状等であってもよい。また、放射素子31のZ軸正方向から見た外形は、図2に例示した四角形状に限らず、円形状等であってもよい。放射素子最大長さ $L$ はZ軸正方向から見た放射素子31の対角線の最大長さであるため、放射素子31のZ軸正方向から見た外径が円形状であるときには、放射素子最大長さ $L$ は放射素子31の直径の最大長さとなる。また、一对の無給電素子 $40-1$ ,  $40-2$ のいずれか一方の長手方向がZ軸正方向から見て放射素子31の中心と給電点31hとを結ぶ線分の方向(X軸方向)に沿うように配置されていてもよい。両方がこの条件を満たすとより好適である。

30

#### 【0060】

##### [変形例3]

また、上記実施形態では、一对の無給電素子 $40-1$ ,  $40-2$ を細長い薄板状とし、誘電体基板32の上面周縁部に設ける例を示した。これに対し、例えば図11に示すように、一对の無給電素子 $40b-1$ ,  $40b-2$ は、放射素子31の周縁の外側において、相互に平行又は略平行な平板部又は薄膜部として設ける構成としてもよい。例えば、第2筐体12の内側面に貼付するようにして配置することとしてもよい。本変形例における一对の無給電素子 $40b-1$ ,  $40b-2$ は、四角形状の板状又は薄膜状を有し、放射素子31の中心と給電点31hとを結ぶ線分を挟み、且つ、アンテナ本体部30を挟んだ両側において、長手方向がX軸方向(放射素子31の中心と給電点31hとを結ぶ線分の方向)に沿うように配置される。

40

#### 【0061】

##### [その他の変形例]

また、上記実施形態では、一对の無給電素子 $40(40-1, 40-2)$ を備えたパッ

50

チアンテナ 20 を例示したが、無給電素子を 1 つ備えた構成でもよい。例えば、無給電素子 40 - 1, 40 - 2 のうちの何れか一方を備えた構成としてもよい。また、無給電素子の Z 軸正方向から見た形状は、上記実施形態で例示した棒状（厳密に言えば長方形状である）に限らず、Z 軸正方向から見た短手方向の長さをより大きくした長方形等の四角形状や、多角形状であってもよいし、円形状や楕円形状等であってもよい。

【0062】

以上詳細に説明したように、本実施形態および各変形例によれば、放射素子の中心から見て低仰角の方向の利得を向上させることができる。誘電体基板 32 の材料は、通常用いられるセラミックの他、ガラスなどの安価な材料を使用することができる。

【0063】

誘電体基板 32 は、アメリカ電機工業会（National Electrical Manufacturers Association：NEMA）により記号 FR - 4 として規定されているガラスエポキシ樹脂基板、記号 XPC として規定されている紙フェノール基板、記号 FR - 3 として規定されている紙エポキシ基板や、記号 CEM - 3 として規定されているガラス・コンジット基板、ガラスポリイミド基板、フッ素（セラミック）基板、ガラス PPO 基板、等を使用することができる。そして、要求されるコストと性能に合わせてこれらの材料を適宜選択することで、好適なパッチアンテナを得ることができる。

【0064】

また、放射素子の板面に垂直な方向から放射素子を見た平面視において、放射素子の形状は、四角形等の多角形の他、多角形の角が切り欠かれた形状、円形、楕円形などの形状を採用することができる。

【符号の説明】

【0065】

10 ... 車載用アンテナ装置

11 ... 第 1 筐体

12 ... 第 2 筐体

13 ... 支持部

20 ... パッチアンテナ

22 ... 基板用同軸コネクタ

30 ... アンテナ本体部

31 ... 放射素子

31 h ... 給電点（芯線取付孔）

32 ... 誘電体基板

33 ... 地板

40 (40 - 1, 40 - 2)、40 a (40 a - 1, 40 a - 2)、40 b (40 b - 1, 40 b - 2) ... 無給電素子

4、4 a ... 同軸ケーブル

10

20

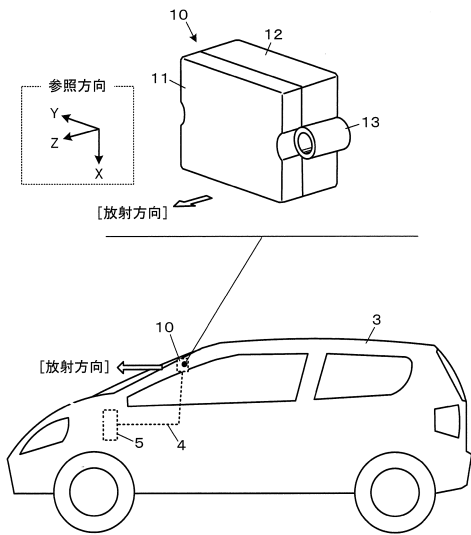
30

40

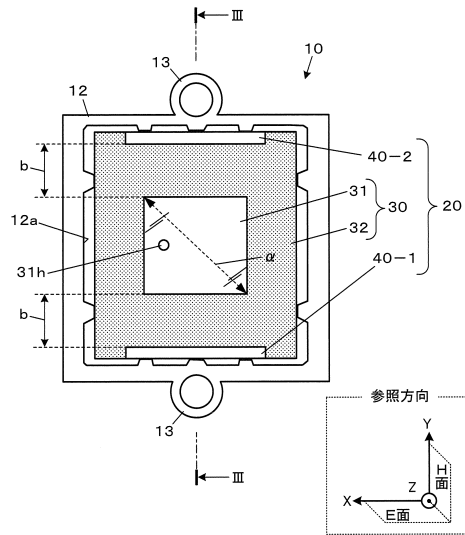
50

【図面】

【図 1】



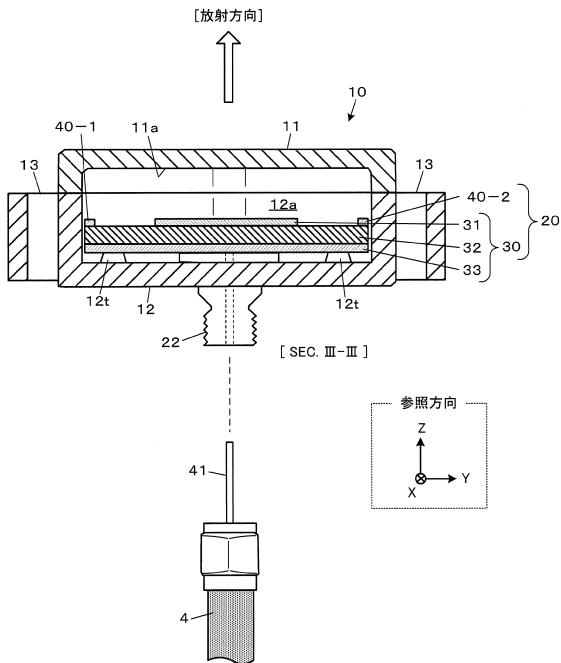
【図 2】



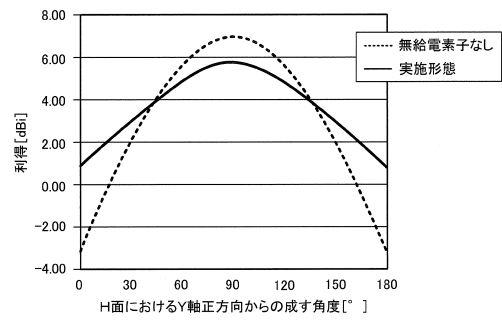
10

20

【図 3】



【図 4】

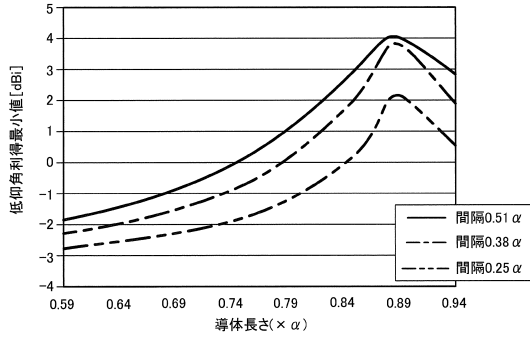


30

40

50

【図 5】



【図 6】

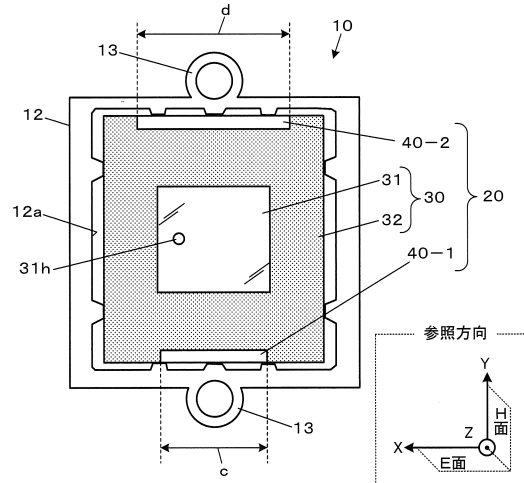
第1, 第2無給電素子の導体長さ[mm]	半値角相対値
なし	1.000
6	1.003
8	1.007
10	1.012
11	1.019
12	1.025
13	1.038
14	1.057
15	1.092
16	1.200
16.5	1.363
17	2.033

10

【図 7 A】

第2の無給電素子の導体長さd[mm]	第1の無給電素子の導体長さc[mm]	最大放射方向[°]
なし	なし	24
6	なし	24
8	なし	23
10	なし	23
11	なし	23
12	なし	22
13	なし	22
14	なし	20
15	なし	17
16	なし	11
16.5	なし	6
16.5	なし	6

【図 7 B】



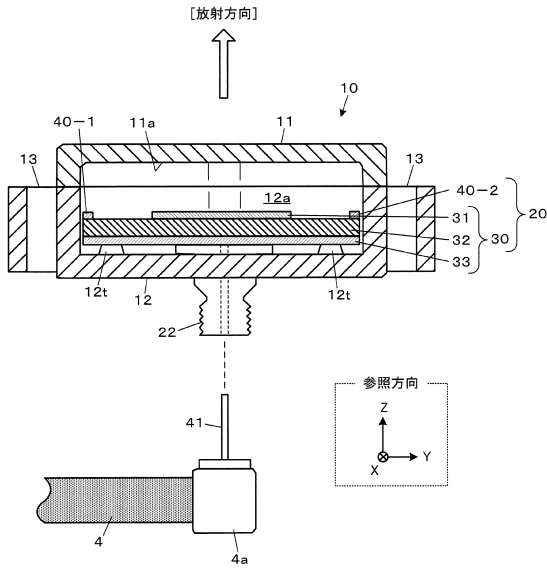
20

30

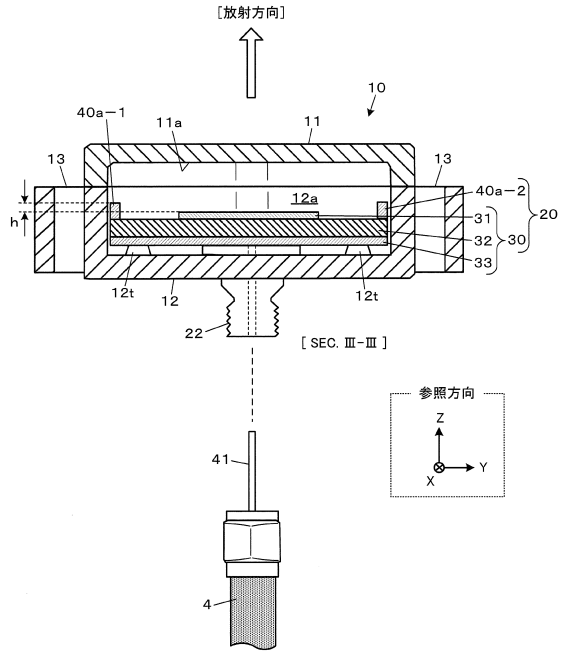
40

50

【図 8】



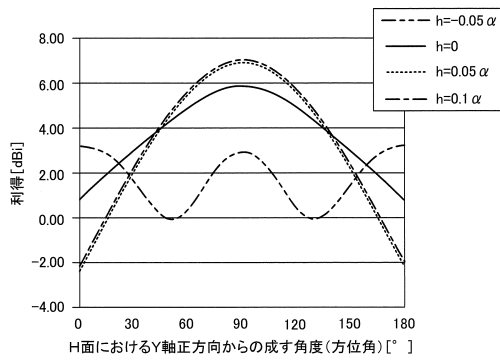
【図 9】



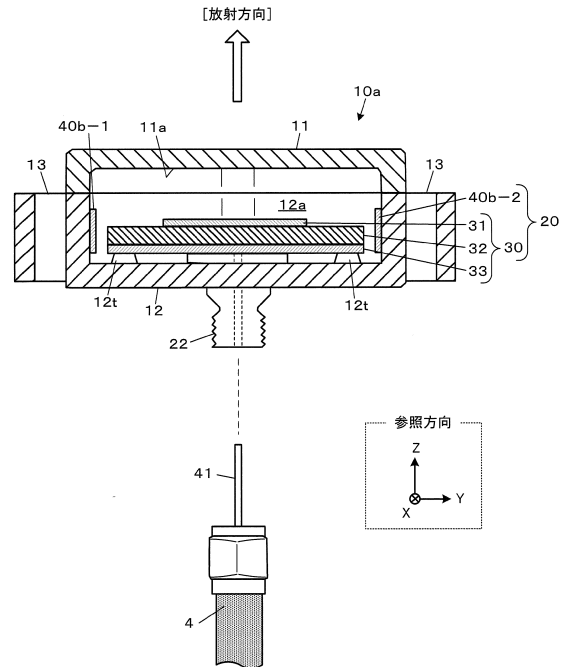
10

20

【図 10】



【図 11】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02 - 070104 (JP, A)  
特開平05 - 183327 (JP, A)  
特開2015 - 097377 (JP, A)  
特開2016 - 171439 (JP, A)  
特開2002 - 158534 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01Q 13/08  
H01Q 19/28  
H01Q 1/32