

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6809499号
(P6809499)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月14日(2020.12.14)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 Q	13/08 (2006.01)	HO 1 Q	13/08
HO 1 Q	1/38 (2006.01)	HO 1 Q	1/38
HO 1 Q	1/32 (2006.01)	HO 1 Q	1/32 A
GO 1 S	7/03 (2006.01)	GO 1 S	7/03 2 3 0
HO 1 Q	1/22 (2006.01)	HO 1 Q	1/22 C

請求項の数 13 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-62699 (P2018-62699)	(73) 特許権者	000004695 株式会社 S O K E N
(22) 出願日	平成30年3月28日 (2018. 3. 28)		愛知県日進市米野木町南山500番地20
(65) 公開番号	特開2018-182734 (P2018-182734A)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(43) 公開日	平成30年11月15日 (2018. 11. 15)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
審査請求日	平成31年2月7日 (2019. 2. 7)	(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
(31) 優先権主張番号	特願2017-74636 (P2017-74636)	(74) 代理人	100121991 弁理士 野々部 泰平
(32) 優先日	平成29年4月4日 (2017. 4. 4)	(74) 代理人	100145595 弁理士 久保 貴則
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72) 発明者	角谷 祐次 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式 会社 S O K E N 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光透過型アンテナ、窓部貼付型通信モジュール、及び、周辺監視ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明な絶縁材料を用いて実現されている透明基材(1)の上に、所定の透過率及び所定の導電率を提供する膜状の部材である透明導電膜を用いてアンテナパターン(2)が形成されている光透過型アンテナであって、

前記アンテナパターンには、前記透明導電膜よりも導電性が高い導電部材を用いて線状に形成されている複数の強導電パターン(22)が配置されており、

複数の前記強導電パターンの幅は、50 μm以下に設定されており、

前記アンテナパターンの上側には、透明な絶縁材料を用いて実現された、所定の厚みを有する第2の透明基材(5)が配置されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

【請求項2】

請求項1において、

複数の前記強導電パターンは、共振時に誘起される電流が流れる方向に沿うように配置されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

【請求項3】

請求項2において、

複数の前記強導電パターンは直線状に形成されており、

複数の直線状の前記強導電パターンは、所定の間隔で平行に配置されており、

前記強導電パターン同士の間隔は、150 μm以上に設定されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

10

20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 の何れか 1 項において、

前記強導電パターンは、前記アンテナパターンにおいて、共振時に誘起される電流が集中する領域に配置されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか 1 項において、

前記アンテナパターンは、パッチアンテナの放射素子として動作するように、1 つの辺の長さが送受信の対象とする電波の半波長に相当する長さに設定された長方形状、又は、直径が送受信の対象とする電波の半波長に相当する長さに設定された円形状に形成されており、

10

前記透明基材において前記アンテナパターンが配置されている面とは反対側の面には、前記アンテナパターンと対向するように、前記透明導電膜を用いてグランドパターン (3) が配置されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記グランドパターンには、前記透明導電膜よりも導電性が高い導電部材を用いて線状に形成されている複数のグランド側強導電パターン (3 2) が配置されており、

複数の前記グランド側強導電パターンの幅は、5 0 μ m以下に設定されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

【請求項 7】

20

請求項 6 において、

前記グランド側強導電パターンは、前記アンテナパターンが備える前記強導電パターンと対向するように配置されていることを特徴とする光透過型アンテナ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 の何れか 1 項において、

前記第 2 の透明基材において前記アンテナパターンと接する部分であるアンテナ当接部 (5 1) の側方には、前記アンテナパターンにおいて電流が流れる方向と直交する姿勢で直線状のスリット部 (5 2 、 5 2 a 、 5 2 b) が形成されている光透過型アンテナ。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の前記光透過型アンテナであるアンテナモジュール (1 0 0 、 1 0 0 A) と、

30

前記アンテナモジュールで受信した信号に対して所定の信号処理を実行する信号処理部 (6) と、を備える窓部貼付型通信モジュールであって、

前記アンテナモジュールは、

前記透明基材としての第 1 透明基材層 (L 1) と、

前記第 1 透明基材層の上側に配置された、少なくとも 1 つの前記アンテナパターンを備える放射素子層 (L 2) と、

前記第 1 透明基材層の下側に配置された、前記透明導電膜を用いてなるグランド層 (L 3) と、

前記放射素子層の上側に透明な絶縁材料を用いて所定の厚みを有するように形成されている、前記第 2 の透明基材としての第 2 透明基材層 (L 4) と、を備えており、

40

前記第 2 透明基材層が車両に設けられている窓ガラス部の内側面と対向するように貼り付けて使用されるように構成されている窓部貼付型通信モジュール。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の窓部貼付型通信モジュールであって、

前記第 2 透明基材層の厚みは、電氣的に、前記アンテナモジュールが送受信の対象とする電波である対象電波の半波長の整数倍に相当する値に設定されている窓部貼付型通信モジュール。

【請求項 11】

請求項 9 又は 1 0 に記載の窓部貼付型通信モジュールであって、

50

前記第2透明基材層において前記アンテナパターンと接する部分であるアンテナ当接部の側方には、前記アンテナパターンにおいて電流が流れる方向と直交する方向にスリット部(52、52a、52b)が形成されている窓部貼付型通信モジュール。

【請求項12】

請求項11に記載の窓部貼付型通信モジュールであって、

前記スリット部と前記アンテナ当接部との離隔は、電氣的に前記アンテナモジュールが送受信の対象とする電波の波長の半分に相当する値に設定されている窓部貼付型通信モジュール。

【請求項13】

カメラ(310)と、

所定の周波数の電波を探索波として送信するとともに、当該探索波が物体で反射されて返ってくる反射波を受信することによって物体を検出するレーダ装置(320)と、を備える周辺監視ユニット(300)であって、

前記レーダ装置は、

前記反射波を受信するためのアンテナとして、請求項1から8の何れか1項に記載の前記光透過型アンテナであるアンテナモジュール(100、100A)を備えるとともに、

前記光透過型アンテナで受信した信号に対して所定の信号処理を実行することによって、前記物体の位置を示すデータを生成する信号処理部(6A)を備え、

前記アンテナモジュールは、前記カメラの前方であって、当該アンテナモジュールの少なくとも一部が前記カメラで撮像範囲に含まれる位置に配置されている周辺監視ユニット

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学的に透明なアンテナである光透過型アンテナ、光透過型アンテナを用いてなる窓部貼付型通信モジュール、及び、光透過型アンテナを探索波の送受信アンテナとして備える周辺監視ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、光透過型アンテナとして、ガラス等の透明な基材上に、スズドープ酸化インジウムなどの導電性組成物を用いてなる透明な膜(いわゆる透明導電膜)を配置し、当該透明導電膜を放射素子として機能させる構成が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2009-533888号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般的に、透明導電膜の光(主として可視光)の透過率と導電率とはトレードオフの関係にある。すなわち、透過率をあげようとする、導電率が低下する。例えば、80%以上の透過率を提供する透明導電膜の導電率は、銅箔と比べ2桁以上小さい。

【0005】

したがって、放射素子として銅箔の代わりに80%の透過率を提供する透過率導電膜を用いたアンテナは、放射素子として銅箔を用いたアンテナに比べて、利得が著しく低下してしまう。利得を向上させるためには透過率導電膜における導電性組成物の充填密度を上げる必要があり、透過率が低下してしまう。

【0006】

本発明は、この事情に基づいて成されたものであり、その目的とするところは、透過率の劣化を抑制しつつ、利得を向上させることができる光透過型アンテナ、窓部貼付型通信

10

20

30

40

50

モジュール、及び、周辺監視ユニットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

その目的を達成するための光透過型アンテナの発明は、透明な絶縁材料を用いて実現されている透明基材(1)上に、所定の透過率及び所定の導電率を提供する膜である透明導電膜を用いてアンテナパターン(2)が形成されている光透過型アンテナであって、アンテナパターンには、透明導電膜よりも導電性が高い導電部材を用いて線状に形成されている複数の強導電パターン(22)が配置されており、複数の強導電パターンの幅は、50 μm以下に設定されており、アンテナパターンの上側には、透明な絶縁材料を用いて実現された、所定の厚みを有する第2の透明基材(5)が配置されていることを特徴とする。

10

【0008】

以上の構成によれば、透明導電膜を用いて実現されるアンテナパターンの一部に、相対的に導電率が高い強導電パターンが配置されている。故に、想定構成としてのアンテナパターンが透明導電膜のみを用いて実現されている構成に対して、励振時に流れる電流の強度を高めることができ、利得が向上する。また、アンテナパターンに配置される強導電パターンの幅は、人間の目の分解能の想定値(例えば50 μm)以下に設定されている。故に、アンテナパターンの一部が強導電パターンとなっていることによって、アンテナパターン全体としての透過率が劣化することを抑制できる。つまり、以上の構成によれば、透過率の劣化を抑制しつつ、利得を向上させることができる。

【0009】

20

また、窓部貼付型通信モジュールの発明は、上記の光透過型アンテナであるアンテナモジュール(100A)と、当該アンテナモジュールで受信した信号に対して所定の信号処理を実行する信号処理部(6)と、を備える窓部貼付型通信モジュールであって、アンテナモジュールは、透明基材としての第1透明基材層(L1)と、第1透明基材層の上側に配置された、少なくとも1つのアンテナパターンを備える放射素子層(L2)と、第1透明基材層の下側に配置された、透明導電膜を用いてなるグラウンド層(L3)と、放射素子層の上側に透明な絶縁材料を用いて所定の厚みを有するように形成されている、第2の透明基材として第2透明基材層(L4)と、を備えており、第2透明基材層が車両に設けられている窓ガラス部の内側面と対向するように貼り付けて使用されるように構成されていることを特徴とする。

30

【0010】

上記の窓部貼付型通信モジュールは、上記の光透過型アンテナを用いてなる通信モジュールである。当該構成によれば、ドライバの車室外への視認性を確保しつつ、車室外から到来する電波の受信成功率を高めることができる。

【0011】

さらに、周辺監視ユニットの発明は、カメラ(310)と、所定の周波数の電波を探查波として送信するとともに、当該探查波が物体で反射されて返ってくる反射波を受信することによって物体を検出するレーダ装置(320)と、を備える周辺監視ユニット(300)であって、レーダ装置は、反射波を受信するためのアンテナとして、上記の光透過型アンテナであるアンテナモジュール(100、100A)を備えるとともに、光透過型アンテナで受信した信号に対して所定の信号処理を実行することによって、物体の位置を示すデータを生成する信号処理部(6A)を備え、アンテナモジュールは、カメラの前方であって、当該アンテナモジュールの少なくとも一部がカメラで撮像範囲に含まれる位置に配置されていることを特徴とする。

40

【0012】

上記の周辺監視ユニットは、上記の光透過型アンテナを探查波の送受信アンテナとして備える周辺監視ユニットである。上記のアンテナモジュールは上記の光透過型アンテナとして構成されているため、カメラの撮像範囲内にアンテナモジュールが配置されていても、カメラの撮像画像に影響を与えにくい。カメラの撮像範囲内にアンテナモジュールを配置できるため、周辺監視ユニットの小型化が可能となる。

50

【 0 0 1 3 】

なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 実施形態に係るアンテナモジュール 1 0 0 の上面図である。

【 図 2 】 図 1 における I I - I I 線での断面を拡大した図である。

【 図 3 】 ベースパターン 2 1 における導電性組成物の充填量を概念的に表した図である。

【 図 4 】 強導電パターン 2 2 における導電性組成物の充填量を概念的に表した図である。 10

【 図 5 】 パッチパターン 2 における電流分布を示した図である。

【 図 6 】 パターン間隔 L p と透過度との関係を試験した結果を示す図である。

【 図 7 】 パターン間隔 L p と利得との関係を解析した結果を示す図である。

【 図 8 】 変形例 1 におけるパッチパターン 2 の構成を概略的に表した図である。

【 図 9 】 変形例 2 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成を説明するための図である。

【 図 1 0 】 変形例 3 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成を説明するための図である。

【 図 1 1 】 変形例 5 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成の一例を示した図である。

【 図 1 2 】 変形例 6 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成の一例を示した図である。

【 図 1 3 】 変形例 6 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成の一例を示した図である。 20

【 図 1 4 】 アンテナモジュール 1 0 0 の使用態様の一例を示す図である。

【 図 1 5 】 変形例 7 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成を説明するための図である。

【 図 1 6 】 搭載面からパッチパターン 2 までの距離と利得との関係をシミュレーションした結果を示す図である。

【 図 1 7 】 変形例 8 におけるアンテナモジュール 1 0 0 の構成を説明するための図である。

【 図 1 8 】 第 2 実施形態として開示の窓部貼付型通信モジュール 2 0 0 の構成を説明するための図である。

【 図 1 9 】 第 2 実施形態におけるアンテナモジュール 1 0 0 A の構成を説明するための図 30

である。

【 図 2 0 】 第 2 実施形態の放射素子層 L 2 の構成を示す概念図である。

【 図 2 1 】 第 2 透明基材層 L 4 の構成を示す概念図である。

【 図 2 2 】 比較構成における表面波の形成状態を示す図である。

【 図 2 3 】 第 2 実施形態の構成における表面波の形成状態を示す図である。

【 図 2 4 】 第 2 透明基材層 L 4 にスリット部 5 2 を配置することによる効果を示す図である。

【 図 2 5 】 第 3 実施形態として開示の周辺監視ユニット 3 0 0 の概略的な構成を示すブロック図である。

【 図 2 6 】 周辺監視ユニット 3 0 0 の取り付け態様の一例を示す概念図である。 40

【 図 2 7 】 周辺監視ユニット 3 0 0 の正面からみたときの構成を概念的に示す図である。

【 図 2 8 】 周辺監視ユニット 3 0 0 の構成の変形例の一例を示す概念図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

〔 第 1 実施形態 〕

以下、本発明の第 1 の実施形態について図を用いて説明する。本実施形態に係るアンテナモジュール 1 0 0 は、パッチアンテナと同様の動作原理によって所定の周波数の電波（以降、対象電波）を送受信するように構成されている。なお、当該アンテナモジュール 1 0 0 は、送信と受信の何れか一方のみに供されても良い。アンテナモジュール 1 0 0 が光透過型アンテナに相当する。 50

【0016】

アンテナモジュール100の動作周波数(換言すれば対象電波の周波数)は、適宜設計されればよい。ここでは一例として、動作周波数は24GHzに設定されているものとする。例えばアンテナモジュール100は、レーダ装置において探査波を送受信するためのアンテナとして使用することができる。もちろん、アンテナモジュール100の動作周波数は適宜設計されれば良く、他の態様として例えば300MHzや、760MHz、930MHz、1.575GHz、2.4GHz、5.9GHz等としてもよい。以降では、対象電波の波長のことを対象波長とも称する。本実施形態では対象電波の周波数が24GHzであるため、対象波長は12.5mmである。

【0017】

このアンテナモジュール100は、例えば同軸ケーブルを介して図示しない無線機と接続されており、アンテナモジュール100が受信した信号は逐次無線機に出力される。また、アンテナモジュール100は無線機から入力される電気信号を電波に変換して空間に放射する。無線機は、アンテナモジュール100が受信した信号を利用するとともに、当該アンテナモジュール100に対して送信信号に応じた高周波電力を供給するものである。なお、アンテナモジュール100と無線機とは、同軸ケーブルのほかに、整合回路やフィルタ回路などを介して接続される構成となっても良い。

【0018】

<アンテナモジュール100の構成>

以下、アンテナモジュール100の具体的な構成について述べる。アンテナモジュール100は、図1~図2に示すように、透明基材1、パッチパターン2、及びグランドパターン3を備える。なお、図1は、アンテナモジュール100を上方向から見たときの外観を表した図(つまり上面図)であり、図2は、図1に示すII-II線におけるアンテナモジュール100の断面の一部を拡大して表した図である。アンテナモジュール100にとっての上方向とは、グランドパターン3からパッチパターン2に向かう方向とする。

【0019】

透明基材1は、任意の透明な誘電体材料(換言すれば電気絶縁材料)を用いて実現されている平板状の部材である。ここでの板状には、シートやフィルムといった、薄膜状も含まれる。透明基材1の材料は、可視光線領域での透明性や、耐熱性、機械的強度等を考慮して適宜選定されれば良い。ここでは一例として、透明基材1は、可撓性を有するように樹脂フィルムを用いて実現されているものとする。

【0020】

樹脂フィルムの樹脂は、例えば、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂、ポメチルメタクリレート等のアクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリイミド系樹脂、或いは、シクロオレフィン重合体などのポリオレフィン系樹脂、トリアセチルセルロースなどのセルロース系樹脂等といった、多様な透明な材料を採用することができる。

【0021】

なお、本実施形態では透明基材1が樹脂フィルムを用いて所望の可撓性を提供するように構成されているものとするが、これに限らない。透明基材1は、ガラス、セラミックス、樹脂等の透明な剛性部材を用いて実現されていても良い。

【0022】

透明基材1の片面にはパッチパターン2が配置されており、他方の面にはグランドパターン3が配置されている。便宜上以降では、透明基材1においてパッチパターン2等が配置されている方の面を表面と称し、その反対側の面を裏面と称する。透明基材1の裏面から表面に向かう方向がアンテナモジュール100にとっての上方向に相当する。透明基材1は、図2の断面図で例示するように、パッチパターン2とグランドパターン3とが所定の間隔を置いて対向するように支持する機能等を担う。透明基材1の厚みは適宜設計すべきパラメータである。ここでは一例として100 μ mに設定されているものとする。

【0023】

透明基材1を上方からみた時の大きさ及び形状(以降、平面形状)は、パッチパターン

10

20

30

40

50

2等の部材を配置するために必要十分な大きさ及び形状となっていればよい。本実施形態では一例として、透明基材1は長形状に形成されているものとするが、その他、透明基材1の形状は円形（楕円を含む）やその他の多角形であってもよい。透明基材1の材料は、所望の比誘電率（例えば2.3）を有する材料を用いることができる。

【0024】

パッチパターン2は、薄膜状に形成された導電性の部材である。パッチパターン2は、1組の対辺の長さが電氣的に対象波長の $1/2$ （以降、 $L/2$ ）に相当する長さを有する長形状に形成されている。「 L 」は対象電波の1波長を指す。パッチパターン2は、パッチアンテナの放射素子として機能する構成である。ここでの電氣的な長さとは、フリンジング電界や、誘電体による波長短縮効果などを考慮した、実効的な長さである。仮に透明基材1によって対象電波の波長が短縮されている場合には、その短縮された波長の半分の長さとなっていればよい。

10

【0025】

なお、ここでは一例としてパッチパターン2の平面形状を長形状に設定した態様を例示するが、これに限らない。他の態様としてパッチパターン2の平面形状は、直径が電氣的に $L/2$ に相当する長さに設定された円形（楕円を含む）状であってもよい。また、長方形の角部を丸めたり切り欠いたりした形状や、さらには、長方形の縁部の一部に凹部や、突出部、切り欠き部を設けた形状も、長形状に含まれるものとする。

【0026】

便宜上以降では、それぞれが互いに直交するX、Y、Z軸を備える三次元座標系の概念を適宜導入して、アンテナモジュール100の構成を説明する。X軸はパッチパターン2において電氣的な長さが $L/2$ に設定されている辺に平行な軸とし、Y軸は、X軸を含むパッチパターン2と平行な平面においてX軸と直交する軸とする。Z軸は、X軸及びY軸のそれぞれと直交し、かつ、グランドパターン3からパッチパターン2に向かう方向を正方向とする軸とする。

20

【0027】

パッチパターン2は、全体として所望の透過率（例えば80%）を提供するように、所定の透過率、導電率を提供する透明導電膜を用いて実現されているベースパターン21と、透明導電膜よりも導電率が高い導電膜を用いて実現されている複数の強導電パターン22とを備える。つまり、パッチパターン2は、導電率（換言すれば透過率）の異なる2種類の導電膜を組み合わせて実現されている。パッチパターン2がアンテナパターンに相当する。

30

【0028】

透明導電膜を用いて実現されるベースパターン21は、パッチパターン2の全体的な形状を提供する。すなわち、ベースパターン21は、X軸方向の長さ $L1X$ が電氣的に対象波長の $1/2$ に相当する長さを有する長形状に形成されている。なお、Y軸方向の長さ $L1Y$ は適宜設計されればよい。例えばY軸方向の長さ $L1Y$ は、電氣的に対象波長の $1/2 \sim 1/3$ （つまり $L/2 \sim L/3$ ）に相当する値に設定されている。

【0029】

ベースパターン21のY軸に平行な縁部の中間点には、給電点23が設けられている。給電点23は、同軸ケーブルの内部導体とパッチパターン2（具体的にはベースパターン21）とを電氣的に接続する構成である。同軸ケーブルの内部導体とパッチパターン2との電氣的な接続は、導電性のピン（以降、給電ピン）を用いて実現されればよい。なお、パッチパターン2への給電は、他の態様として、マイクロストリップ線路等を用いた電磁結合給電方式によって実現されても良い。

40

【0030】

本実施形態ではパッチパターン2の図面右端に位置する縁部の中間点に給電点を設けているが、その他の場所に設けても良い。例えば、給電点23はパッチパターン2の中心に設けられていても良い。給電点23は、パッチパターン2の中心を通過してX軸に平行な直線（以降、横中心線）上に配置されていければよい。横中心線上に給電点23が配置される

50

ことにより、パッチパターン 2 がパッチアンテナの放射素子として機能する。なお、パッチパターン 2 には、縮退分離素子や摂動素子として機能する切り欠き部を設けたり、給電点を 2 箇所 に設けたりして円偏波を送受信可能に構成してもよい。

【 0 0 3 1 】

また、給電点 2 3 は、動作周波数において同軸ケーブルとアンテナモジュール 1 0 0 とのインピーダンスの整合が取れる位置に設けられていることが好ましい。インピーダンスの整合が取れている状態とは、完全な整合状態に限らず、インピーダンスの不整合による損失が所定の許容範囲内となっている状態を含む。

【 0 0 3 2 】

ベースパターン 2 1 を構成する透明導電膜としては、例えば、導電性組成物として酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide ; ITO) を用いた I T O 膜や、導電性組成物として酸化亜鉛にガリウムをドーブした G Z O を用いた G Z O 膜などを採用することができる。もちろん、その他、酸化亜鉛にアルミニウムをドーブしてなる A Z O 膜など、多様な材料を採用することもできる。本実施形態のベースパターン 2 1 は一例として I T O 膜を用いて実現されているものとする。なお、製造コストの観点からは、ベースパターン 2 1 は G Z O などの I T O の代替材料を用いて実現されることが好ましい。導電性組成物は、コストと要求性能を鑑みて適宜選定されればよい。

【 0 0 3 3 】

一般的に、透明導電膜の透過率及び導電率は、導電性組成物の充填率 (換言すれば濃度) によって定まる。導電性組成物の充填率が大きいほど、導電率は高くなるが、透過率が低下する。本実施形態のベースパターン 2 1 は、3 8 0 ~ 7 8 0 n m の可視光波長領域において 8 5 % の透過率を提供するように導電性組成物 (ここでは I T O) が充填された I T O 膜を用いて実現されている。図 3 はベースパターン 2 1 における導電性組成物の充填量を概念的に表した図である。なお、透過率が 8 5 % となるように形成したベースパターン 2 1 が提供する導電率をシミュレーションした結果、 $0.3 \times 10^6 \text{ S/m}$ となった。

【 0 0 3 4 】

強導電パターン 2 2 は、ベースパターン 2 1 を構成する透明導電膜よりも導電性組成物

【 0 0 3 5 】

(ここでは I T O) が密に充填された I T O 膜を用いて実現されている。図 4 は強導電パターン 2 2 における導電性組成物の充填量を概念的に表した図である。本実施形態の強導電パターン 2 2 は、透過率が 0 %、導電率が $30 \times 10 = 6 \text{ S/m}$ となるように導電性組成物が充填されているものとする。なお、ベースパターン 2 1 と強導電パターン 2 2 とは必ずしも同じ導電性組成物を用いて実現されている必要はない。それぞれ異なる導電性組成物を用いて実現されていても良い。例えば、ベースパターン 2 1 は G Z O 膜であってもよい。

【 0 0 3 6 】

複数の強導電パターン 2 2 は何れも、所定の幅 W 2 を有する直線状に形成されている。強導電パターン 2 2 の幅 W 2 は、人間の目の分解能よりも小さい値に設定されていればよい。もちろん人間の目の分解能自体には個人差があるが、ここでは人間の目の分解能の想定値は $50 \mu\text{m}$ に設定されているものとする。つまり、強導電パターン 2 2 は、幅 W 2 が $50 \mu\text{m}$ 以下に設定された直線状の導電部材である。例えば強導電パターン 2 2 の幅 W 2 は $30 \mu\text{m}$ に設定されている。なお、図 1 等においては、強導電パターン 2 2 の幅 W 2 を誇張して大きく示している。強導電パターン 2 2 の長さ L 2 は、例えば電氣的に / 4 に相当する長さに設定されていればよい。

【 0 0 3 7 】

複数の強導電パターン 2 2 は、パッチパターン 2 において共振時に相対的に強い電流が誘起する領域に配置されている。図 5 は、パッチパターン及びグランドパターンの全面が、透過率 8 0 %、導電率 $0.3 \times 10^6 \text{ S/m}$ を提供する透明導電膜によって構成されているパッチアンテナでの共振時の電流分布をシミュレーションした結果を示す図である

10

20

30

40

50

。図5に示すように、パッチアンテナでは共振時には電流がX軸に平行に流れるとともに、その強度はX軸方向の中央領域で最も強くなる。すなわち、電波の放射に寄与する電流は、X軸方向の中央領域に集中する。以降では、共振電流が流れる方向を共振電流方向とも記載する。本実施形態では上述の通り共振電流方向はX軸に平行である。

【0038】

なお、パッチパターン2の中央領域 R_x は、X軸方向の中間に位置する線分 M_x からX軸方向に所定距離 D_x 以内となる領域とすればよい。本実施形態では、パッチパターン2の中央領域 R_x は、電流の強度が最大振幅の $1/2$ 以上となる領域とする。電流の強度が最大振幅の $1/2$ 以上となる領域は、シミュレーションによって特定されれば良い。

【0039】

複数の強導電パターン22は、個々の強導電パターン22がパッチパターン2の中央領域 R_x を横切るように（換言すればX軸方向に平行な姿勢で）、Y軸方向に並んで配置されている。強導電パターン22の同士の間隔（パターン間隔） L_p は、要求される放射利得と、パッチパターン全体としての透明度（換言すれば透過率）とを鑑みて適宜設計される。

【0040】

前述の通り、強導電パターン22の幅 W_2 は人間の目では殆ど見えない値に設定されている。しかしながら、強導電パターン22は透過率が0%の導電部材であるため、パターン間隔 L_p を相対的に小さい値に設定し、複数の強導電パターン22を密に並設した場合には、全体として透過率が低下しうる。ただし、後述するように、パターン間隔 L_p を小さくするほど、パッチパターン2全体としての導電性が高くなるため、放射利得が向上しうる。以上を鑑みて、パターン間隔 L_p は、例えば $200\mu\text{m}$ などに設定されることが好ましい。

【0041】

グランドパターン3は、薄膜状に形成された導電性の部材である。グランドパターン3は、パッチパターン2と同じか、パッチパターン2よりも大きく形成されている。グランドパターン3は、同軸ケーブルの外部導体と電氣的に接続されることによって、パッチアンテナにおけるグランド電位（換言すれば接地電位）を提供する。

【0042】

グランドパターン3は、パッチパターン2と同様に、透明導電膜を用いて実現されているベースパターン31と、透明導電膜よりも導電率が高い導電膜を用いて実現されている複数の強導電パターン32とを備える。グランドパターン3が備えるベースパターン31は、パッチパターン2が備えるベースパターン21と同様の構成である。また、グランドパターン3が備える強導電パターン32は、パッチパターン2が備える強導電パターン22と同様の構成である。強導電パターン32がグランド側強導電パターンに相当する。グランドパターン3が備える強導電パターン32は、パッチパターン2が備える強導電パターン22と対向する位置に配置されていることが好ましい。そのような態様によれば電流強度をより一層大きくすることができる。

【0043】

以上のように構成されたアンテナモジュール100は、パッチアンテナと同様の動作原理によって励振し、対象電波を送受信する。

【0044】

<本実施形態の効果>

また、図6は、アンテナモジュール100においてパターン間隔 L_p を調整した時の、アンテナモジュール100全体としての可視光線領域での透明度（換言すれば透過率）を測定した結果を示す図である。なお、アンテナモジュール100全体としての透過率とは、パッチパターン2、透明基材1、グランドパターン3と重ねた構成の透過率に相当する。パターン間隔 L_p を小さくすることによって生じるスペースには、新たな強導電パターン22が配置されるものとする。すなわち、パッチパターン2には、Y軸方向の長さ L_1 をパターン間隔 L_p で除算した値の整数部に応じた数の強導電パターン22がY軸方向

10

20

30

40

50

に並んで配置されるものとする。

【 0 0 4 5 】

図 6 に示すように本実施形態の構成によれば、パターン間隔 L_p を $150 \sim 400 \mu\text{m}$ の何れの値に設定した場合も 75% 以上の透過率を実現することができる。特に、パターン間隔 L_p を $200 \mu\text{m}$ 以上の設定した場合には約 80% の透過率が提供される。なお、パターン間隔 L_p を狭めるほど全体としての透過率が低下する理由は、パッチパターン 2 に配置する強導電パターン 22 の数が増加し、パッチパターン 2 において不透明な強導電パターンが占める割合が増加するためである。

【 0 0 4 6 】

図 7 は、アンテナモジュール 100 においてパターン間隔 L_p を調整した時の、アンテナモジュール 100 の利得をシミュレーションした結果を示す図である。図 7 中の実線がアンテナモジュール 100 の利得を表している。図 7 中に示す一点鎖線は、第 1 の比較構成として、導電率が $58 \times 10^6 \text{ S/m}$ の銅箔を用いてパッチパターンやグランドパターンが形成されている従来のパッチアンテナでの利得（具体的には 6.3 dBi ）を表している。

【 0 0 4 7 】

また、図 7 中の二点鎖線は、第 2 の比較構成として、パッチパターン及びグランドパターンの全面が、透過率 80%、導電率 $0.3 \times 10^6 \text{ S/m}$ を提供する透明導体膜によって構成されているパッチアンテナでの利得（具体的に 0.5 dBi ）を表している。第 1、第 2 比較構成としてアンテナモジュールは、何れもアンテナモジュール 100 と同一の周波数においてパッチアンテナとして動作するように構成されたものであって、給電点の位置や、各部材の寸法はアンテナモジュール 100 と同一に構成されている。

【 0 0 4 8 】

図 7 に示すように本実施形態によれば、パターン間隔 L_p を $200 \mu\text{m}$ 以下に設定すれば、 4 dBi 以上の利得を実現することができる。具体的には、パターン間隔 L_p を $200 \mu\text{m}$ に設定した場合には、 4.2 dBi の利得を提供するアンテナモジュール 100 が得られる。なお、80% の透過率を提供する第 2 比較構成の利得は 0.5 dBi であるため、アンテナモジュール 100 においてパターン間隔 L_p を $200 \mu\text{m}$ に設定した構成は、第 2 比較構成よりも 3.7 dB も高い利得を実現することができる。

【 0 0 4 9 】

また、図 7 を用いて示したように、アンテナモジュール 100 においてパターン間隔 L_p を $200 \mu\text{m}$ に設定した構成は、80% 近い透過率を提供する。すなわち、本実施形態の構成によれば、第 2 比較構成と同レベルの透過率を達成しつつ、利得を 3.7 dB 向上させることができる。

【 0 0 5 0 】

ところで、日本国内においては透過率が 70% 以上の部品であれば、車両のフロントガラス等にも貼り付けることが許容される。すなわち、本実施形態のアンテナモジュール 100 は、75% 以上の透過率を達成するため、車両のフロントガラス等に貼り付けて使用することができる。故に、本実施形態のアンテナモジュール 100 は、レーダ波の送受信に限らず、フロントガラスに貼り付けて車両外部の天頂方向や水平方向から到来する電波を受信するためのアンテナとしても好適である。具体的には、路側機と通信するためのアンテナや、航法衛星からの電波を受信するためのアンテナ、ラジオ放送波を受信するためのアンテナとしても好適である。

【 0 0 5 1 】

以上で述べたように、本実施形態として開示した構成では、相対的に導電率の高い線状の導電部材（つまり強導電パターン 22）を、放射素子としてのパッチパターンに誘起される電流方向に沿うように配置することによって、アンテナの利得を高めることができる。また、強導電パターン 22 を目視が困難な細さで形成するとともに、その間隔 L_p を強導電パターン 22 の幅 W_2 に対して十分に大きい値に設定することで、アンテナモジュール 100 全体としての透過率を高いレベルに維持することができる。すなわち、本実施形

10

20

30

40

50

態として開示する構成によれば、アンテナの利得と透過率を両立することができる。

【0052】

なお、本実施形態では、放射素子としてのパッチパターン2だけでなく、接地電位を提供するグランドパターン3にも細線状の強導電パターン32を所定の間隔をおいて配置している。このような構成によれば、パッチパターン2だけに強導電パターン22を配置した構成よりも利得を向上させることができる。

【0053】

また、本実施形態ではパッチパターン2の中央領域Rxを横切るように強導電パターン22の長さを設定した。このような構成によれば、変形例1として例示する構成よりも励振時の電流強度を大きくすることができ、その結果としてアンテナとしての利得を高めることができる。

10

【0054】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、以降で述べる種々の実施形態及び種々の変形例も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。例えば、各変形例や各実施形態は矛盾が生じない範囲において適宜組み合わせることもできる。

【0055】

なお、前述の実施形態で述べた部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。また、構成の一部のみに言及している場合、他の部分については先に説明した実施形態の構成を適用することができる。

20

【0056】

[変形例1]

上述した実施形態では、パッチパターン2の中央領域Rxを横切るように(換言すれば十分に長く)強導電パターン22を延設した態様を開示したが、これに限らない。強導電パターン22は、強い電流が流れる部分において、共振電流方向に沿うように局所的に配置されていればよく、例えば、図8に示すように強導電パターン22の長さL2は、相対的に短く設定されていても良い。例えば電氣的に対象波長の1/8や1/10程度に設定されていてもよい。グランドパターン3に配置される強導電パターン32についても同様である。

30

【0057】

その他、強導電パターン22は、曲線状や屈曲状に形成されていてもよい。さらに、強導電パターン22は、ベースパターン21に対して導電率が高い部材を用いて実現されていればよく、透過度0%となるまで導電性組成物が充填されたITO膜である必要はない。例えば、透過度25%や50%となるように形成された透明導電膜を用いて実現されていてもよい。

【0058】

[変形例2]

上述した実施形態では、グランドパターン3にも強導電パターン32を配置する構成を開示したがこれに限らない。図9に示すように、グランドパターン3に強導電パターン32を配置しない構成も採用可能である。

40

【0059】

[変形例3]

上述した実施形態では、ベースパターン21、31を実現するための透明導電膜として、粒状(粉末状)の導電性組成物を用いて実現される透明導電膜を採用する構成を開示したが、これに限らない。ベースパターン21、31としての透明導電膜は、図10に示すように導電性組成物としてワイヤ状の導電部材(例えば銀ナノワイヤ)を用いた透明導電膜であってもよい。ワイヤ状の導電部材としては、銀の他、金、銅、白金、錫、アルミニウム、鉄、ニッケルなどの金属、及び多様な合金材料を採用することができる。

【0060】

50

[変形例 4]

強導電パターン 22 は、導電膜ではなく、細線状の導体であってもよい。ここでの細線とは、線幅が 50 μm 以下のものを指すこととする。

【 0061 】

[変形例 5]

上述した実施形態では、パッチパターン 2 の構成として、ベースパターン 21 と強導電パターン 22 とが重ならないようにそれぞれの部材を配置した構成を開示したがこれに限らない。図 11 に示すように、ベースパターン 21 と強導電パターン 22 とが重なるように、ベースパターン 21 上に強導電パターン 22 を配置しても良い。グランドパターン 3 においても同様である。

【 0062 】

[変形例 6]

上述した実施形態等では、パッチアンテナに発明を適用した態様を開示したがこれに限らない。ダイポールアンテナや、逆 F 型アンテナ等、多様なアンテナ構造に適用可能である。仮にダイポールアンテナに発明を適用した場合には、ダイポールアンテナが備える線状エレメント 4 の主たる構成要素を透明導電膜とするとともに、図 12 に示すように、長手方向に沿った縁部に強導電パターン 41 を配置すれば良い。強導電パターン 41 は前述の実施形態における強導電パターン 22 と同様の技術的意義を有する構成である。なお、強導電パターン 41 は、図 13 に示すように、線状エレメント 4 の中央部分において、給電点から他端に向かって延設されていても良い。図 12 や図 13 では、線状エレメント 4

【 0063 】

[変形例 7]

第 1 実施形態として開示のアンテナモジュール 100 は、例えば図 14 に示すように、対象電波の送受信方向が車室外に向いた姿勢で、車両のフロントガラス 10 の内側面に貼り付けて使用される。対象電波の送受信方向が車室外に向いた姿勢とは、例えば、指向性の中心となる方向が車室外に向いている姿勢である。また、対象電波の送受信方向が車室外に向いた姿勢とは、実体的には、パッチパターン 2 が車室外に向いた姿勢に相当する。

【 0064 】

このような搭載姿勢によれば、アンテナモジュール 100 はフロントガラス 10 から車室外に向けて（つまり車両前方に向けて）信号を送信可能である。また、上記の搭載姿勢によれば車両前方から到来する電波を受信可能である。なお、当該アンテナモジュール 100 は、送信と受信の何れか一方のみに供されても良い。アンテナモジュール 100 の送受信方向とはアンテナモジュール 100 が動作する方向（以降、動作方向）に相当する。

【 0065 】

ここでは、アンテナモジュール 100 が上記の搭載姿勢で使用されることを前提とする場合の、アンテナモジュール 100 のより好適な構成について変形例 7 として開示する。以降における搭載面とは、アンテナモジュール 100 の貼り付け面を指す。具体的には、フロントガラス 10 の内側面においてアンテナモジュール 100 が貼り付けられている部分

【 0066 】

本変形例のアンテナモジュール 100 は、図 15 に示すように、パッチパターン 2 の上側に第 2 の透明基材（以降、第 2 透明基材）5 が積層されている。第 2 透明基材 5 との区別のため、透明基材 1 のことを以降では第 1 透明基材 1 とも記載する。なお、パッチパターン 2 上に第 2 透明基材 5 を配置した構成は、アンテナモジュール 100 の搭載面を提供するフロントガラス 10 とパッチパターン 2 との間に中間層を設けた構成に相当する。

【 0067 】

第 2 透明基材 5 は、フロントガラス 10 とパッチパターン 2 との離隔を調整し、フロントガラス 10 で発生する反射波によって利得が低下することを抑制するためのものである。ここでの利得とは、主として、グランドパターン 3 からパッチパターン 2 に向かう方向

10

20

30

40

50

(以降、アンテナ垂直方向)における利得を指す。

【0068】

第2透明基材5の厚み T_n は、例えば電氣的に対象波長の半分(つまり半波長、 $\lambda/2$)に相当する値に設定されている。電氣的に $\lambda/2$ に相当する値とは、第2透明基材5が提供する波長短縮効果などを考慮した実効的な長さである。仮に第2透明基材5の比誘電率が2.3である場合、第2透明基材5内での対象電波の波長は8.3mmとなる。そのため、第2透明基材5の厚み T_n が電氣的に $\lambda/2$ に相当する値に設定されている構成とは、厚み T_n が概ね4.15mmに設定された構成である。なお、第2透明基材5の厚み T_n は、電氣的に $\lambda/2$ に相当する値を整数倍(例えば2倍や3倍)した値に設定されていてもよい。

10

【0069】

第2透明基材5の厚み T_n に関する上記の設定は、アンテナとしての利得は第2透明基材5の厚み T_n によって変化しうるという点に着眼して成されたものである。すなわち、厚み T_n を電氣的に0.75 λ に相当する値に設定した場合には、搭載面で生じた反射波が直接波を打ち消す方向に作用し、アンテナとしての利得を低減してしまう。一方、パッチパターン2と搭載面との離隔を、電氣的に対象波長の半波長の整数倍に設定されている場合には、反射波が直接波と同相になり、反射波による利得の低下を抑制できる。なお、「0.75 λ 」という記載は対象電波の波長を0.75倍した値を指し、以降における「0.5 λ 」という記載は対象波長を0.5倍した値を指す。「0.5 λ 」という記載は前述の「 $\lambda/2$ 」と同じ意味である。

20

【0070】

図16は、パッチパターン2とフロントガラス10との間を中空とする構成におけるパッチパターン2とフロントガラス10との離隔と利得の関係をシミュレーションした結果である。図16に示すように、パッチパターン2とフロントガラス10との間を中空とする構成において、例えばパッチパターン2とフロントガラス10との離隔を、電氣的に0.5 λ に相当する約6.3mmに設定した構成によれば、アンテナモジュール100の利得は最も高くなる。

【0071】

故に、パッチパターン2の上側には、電氣的に0.5 λ に相当する値を整数倍した厚み T_n を有する第2透明基材5を設けておくことが好ましい。また、本変形例の構成によれば、搭載面としてのフロントガラス10の誘電率が、製品仕様として規定されているターゲット値から10%程度ずれている場合であっても、搭載面としてのフロントガラス10の誘電率がターゲット値と一致している場合と同等の利得を提供可能となる。つまり、搭載面としてのフロントガラス10の誘電率のばらつきに対するロバスト性を高めることができる。ここでのターゲット値とは製造上の目標値(換言すれば設計値)に相当する。

30

【0072】

なお、以上では、アンテナモジュール100をフロントガラス10の内側面に貼り付けて使用する態様を開示したが、アンテナモジュール100の使用態様はこれに限らない。アンテナモジュール100はリアガラスや、車両側面部に配された窓部としてのガラス(以降、サイドガラス)などの内側面に貼り付けて使用されてもよい。フロントガラス10や、リアガラス、サイドガラスなどが窓ガラス部に相当する。窓ガラス部とは、例えばフロントウインドウや、車両Hvの側面部分に設けられている窓(いわゆるサイドウインドウ)、リアウインドウなどの、車両に設けられている窓を塞ぐ透明な部材である。窓ガラス部の主素材はガラスに限らない。所定の透過率を達成する樹脂製であってもよい。つまり、フロントガラス10などの窓ガラス部に相当する構成は樹脂ガラス製であっても良い。

40

【0073】

また、アンテナモジュール100は、動作方向が車室内に向く姿勢でフロントガラス10等の内側面に貼り付けて使用することも可能である。例えばアンテナモジュール100を、例えばBluetooth(登録商標)やWi-Fi(登録商標)等の電波を受信するためのアンテ

50

ナとして構成されている場合、アンテナモジュール100を動作方向が車室内に向く姿勢でフロントガラス10の上端部に貼り付けた構成によれば、ユーザによって車室内に持ち込まれたスマートフォン等の携帯端末からの電波を受信しやすい。

【0074】

[変形例8]

アンテナモジュール100は、変形例8として以下に開示する構成を採用可能である。変形例8として開示のアンテナモジュール100は、変形例7にて開示の構成をさらに変形した構成に相当する。変形例8のアンテナモジュール100は、図17に示すように、透明基材1、パッチパターン2、グランドパターン3、及び第2透明基材5を備える。図17は本変形例におけるアンテナモジュール100の分解斜視図である。各部材の技術的意義は、第1実施形態及び種々の変形例として開示の通りである。

10

【0075】

本変形例における第1透明基材1及び第2透明基材5は、図17に示すように、パッチパターン2よりも大きく形成されている。例えば第1透明基材1及び第2透明基材5のX軸方向の長さはパッチパターン2のX軸方向の長さの3倍に設定されている。また、透明基材1及び第2透明基材5のY軸方向の長さはパッチパターン2のY軸方向の長さの3倍に設定されている。なお、各方向における寸法の倍率は適宜変更可能であり、上記の例に限定されない。例えば透明基材1及び第2透明基材5のY軸方向の長さはパッチパターン2のY軸方向の長さの1.5倍や、2倍に設定されていてもよい。

20

【0076】

グランドパターン3は、第1透明基材1の裏面全体に渡って形成されている。なお、グランドパターン3は、第1透明基材1の裏面において局所的に形成されていても良い。グランドパターン3は、第1透明基材1において、パッチパターン2と対向する部分に形成されていればよい。

【0077】

第2透明基材5においてパッチパターン2と接する部分であるアンテナ当接部51の左側方及び右側方には、Y軸に平行な姿勢で直線状のスリット部52a、52bが形成されている。スリット部52a、52bは、切り欠き構造(いわゆるスリット)である。スリット部52は、第2透明基材5の直下に形成されているパッチパターン2又は第1透明基材1を露出させる開口部に相当する。

30

【0078】

なお、アンテナ当接部51の左側とは、X軸負方向を指し、アンテナ当接部51の右側とはX軸正方向を指す。また、第1実施形態にて言及の通り、本変形例の構成における共振電流方向は、X軸に平行である。つまり、上記のスリット部52a、52bの形成態様は、共振電流方向と直交するようにスリット部52a、52bを形成した構成の一例に相当する。

【0079】

スリット部52aはアンテナ当接部51の左側方に形成されているスリット部52であり、スリット部52bはアンテナ当接部51の右側方に形成されているスリット部52である。スリット部52a、52bを区別しない場合にはスリット部52と記載する。各スリット部52は、アンテナ当接部51からの距離が電氣的に0.5に相当する値となる位置に形成されている。つまり、アンテナ当接部51とスリット部52とのX軸方向における離隔 S_p は、電氣的に0.5に相当する値に設定されている。スリット部52の幅は、適宜設計されれば良い。スリット部52の長さは、アンテナ当接部51のY軸方向の長さ以上に設定されていれば良い。各スリット部52は、それぞれの中央点がアンテナ当接部51の中心を通過してX軸に平行な直線上に位置するように形成されている。つまり、2つのスリット部52は、共振電流方向においてアンテナ当接部51を挟み込むように配置されている。

40

【0080】

このような構成によれば、次のような作用によって、アンテナモジュール100をフロ

50

ントガラス10に貼り付けて使用する際に生じる利得の低下を抑制することができる。搭載面とパッチパターン2との間に中間層として第2透明基材5を介在させる構成では、パッチパターン2が放射した電波の一部が、部材境界面での反射を繰り返し、第2透明基材5内で中央部から左右側方へと伝搬していく。つまり、中間層としての第2透明基材5内で表面波が形成される。なお、ここでの部材境界面とは搭載面やパッチパターン2の表面などである。アンテナモジュール100としては、フロントガラス10の外側へ指向性を形成したいため、このような表面波は利得の低下につながる。

【0081】

そのような課題に対して、アンテナ当接部51から電氣的に0.5離れた位置にスリット部52を設けた構成によれば、スリット部52が電波の伝搬を阻害する要素（いわゆるチョーク）として機能し、表面波の形成を抑制できる。その結果、アンテナとしての利得の低下を抑制できる。

10

【0082】

なお、パッチパターン2の厚みによってパッチパターン2の周囲に生じうる第1透明基材1と第2透明基材5との隙間は、第1透明基材1と同様の材料によって充填されればよい。パッチパターン2の周囲に生じうる第1透明基材1と第2透明基材5との隙間は、第2透明基材5と同様の材料によって充填されていてもよい。また、パッチパターン2の周囲に生じうる第1透明基材1と第2透明基材5との隙間は、第1透明基材1の材料及び第2透明基材5の材料の何れとも異なる透明材料を用いて充填されていてもよい。パッチパターン2の周囲に生じうる第1透明基材1と第2透明基材5との隙間は、中空であってもよい。加えて、パッチパターン2の厚みを無視可能である場合には、パッチパターン2を設けられている第1透明基材1上に、第2透明基材5を積層してもよい。つまり、パッチパターン2の周囲は、第1透明基材1と第2透明基材5とが直接接合するように構成されていてもよい。

20

【0083】

[第2実施形態]

以上で述べた光透過型アンテナとしてのアンテナモジュール100は、例えば、車両のフロントガラス10の内側面に貼り付けて使用される通信モジュール（以降、窓部貼付型通信モジュール）のアンテナとして採用することができる。ここでは上述したアンテナモジュール100の構成を適用した窓部貼付型通信モジュール200について説明する。

30

【0084】

窓部貼付型通信モジュール200は、図18に示すように、アンテナモジュール100Aと、信号処理部6と、を備える。アンテナモジュール100Aは、例えば変形例8として開示のアンテナモジュール100に相当する構成である。アンテナモジュール100Aは後述するように複数のパッチパターン2を備える。つまりアンテナモジュール100Aは複数のアンテナを備える構成である。

【0085】

信号処理部6は、アンテナモジュール100Aで受信した信号に対して所定の信号処理を実行する構成である。信号処理部6は、例えば、受信信号を復調する復調回路等を備える。また、信号処理部6は、アンテナモジュール100に対して高周波電力を供給することでアンテナモジュール100Aから無線信号を送信させる駆動回路を備えていてもよい。

40

【0086】

さらに、信号処理部6は、複数のアンテナで受信した信号を解析することで物体を検出する機能（以降、物体検出機能）を備えていてもよい。例えば信号処理部6は、探査波としての電波をアンテナモジュール100Aから送信させるとともに、当該探査波が物体で反射されて帰ってきた電波をアンテナモジュール100Aが備える複数のアンテナで受信する。そして、各アンテナで受信した信号の位相差や強度に基づいて検出物との距離や位置を推定する。受信信号に基づいて物体を検出するための構成やアルゴリズムとしては多様な構成及びアルゴリズムを採用可能である。

50

【0087】

信号処理部6は、1つ又は複数の専用ICや、多様なアナログ回路素子等を用いて構成されている。なお、信号処理部6は、CPUやRAM、ROM等を備えるコンピュータを用いて実現されていても良い。信号処理部6を構成するコンピュータは、CPUの代わりに、MPUやGPUを用いて実現されていてもよい。もちろん、CPU、MPU、GPU、ICなどを組み合わせて実現されていても良い。

【0088】

信号処理部6は、例えば同軸ケーブルやフレキシブルケーブルなどの通信ケーブル7を介してアンテナモジュール100Aと電氣的に接続されている。また、信号処理部6は、所定の通信ケーブル8を介して外部の装置（例えば所定のECU:Electronic Control Unit）と接続されている。なお、アンテナモジュール100Aの端部には、通信ケーブル7と接続するためのコネクタ101が形成されている。アンテナモジュール100Aは、コネクタ101及び通信ケーブル7を介して信号処理部6と接続されている。通信ケーブル7は、接地電位を提供する接地線と、信号が流れる信号線とを備える。通信ケーブル7はアンテナモジュール100Aにとっての給電ケーブルとしての役割を担う。

【0089】

アンテナモジュール100Aは、図19に示すように、第1透明基材層L1と、第1透明基材層L1の上側に配置された放射素子層L2と、第1透明基材層の下側に配置されたグラウンド層L3と、放射素子層L2の上側に配置された第2透明基材層L4と、を備える。図19中の白塗り矢印は、アンテナモジュール100Aの送受信方向を示している。

【0090】

第1透明基材層L1は、前述の第1透明基材1に相当する構成である。第1透明基材層L1の材料としては第1実施形態にて言及している通り、多様な材料を採用可能である。放射素子層L2は、少なくとも1つのパッチパターン2を備える層である。本実施形態では一例として放射素子層L2は図20に示すように、4つのパッチパターン2を備える。4つのパッチパターン2は、放射素子層L2のX軸方向中央部において、Y軸に対して平行となるように一列で並んで設けられている。

【0091】

放射素子層L2においてパッチパターン2以外の部分は、第1透明基材層L1又は第2透明基材層L4と同様の材料によって充填されればよい。また、放射素子層L2においてパッチパターン2以外の部分は、第1透明基材1の材料及び第2透明基材5の材料の何れとも異なる透明材料を用いて充填されていても良いし、中空であってもよい。加えて、パッチパターン2の厚みを無視できる場合には、第1透明基材層L1の所定位置にパッチパターン2を配置した後に、第2透明基材層L4が積層されれば良い。放射素子層L2が備えるパッチパターン2の数や配置態様は適宜変更可能である。

【0092】

各パッチパターン2は、コネクタ101を介して通信ケーブル7の信号線と電氣的に接続されている。また、各パッチパターン2は、X軸方向の長さが電氣的に0.5に相当する長さに設定されており、各パッチパターン2は、パッチアンテナとして動作するように構成されている。なお、パッチパターン2において共振電流が流れる方向はX軸方向である。

【0093】

グラウンド層L3は、グラウンドパターン3としての透明導電膜が配置されている層である。ここでは一例としてグラウンド層L3としてのグラウンドパターン3は、第1透明基材層L1の裏面全体に形成されている。グラウンド層L3は、コネクタ101を介して、通信ケーブル7の接地電位を提供する信号線と電氣的に接続されている。なお、他の態様として、グラウンド層L3としてのグラウンドパターン3は、第1透明基材層L1の裏面のうち、放射素子層L2においてパッチパターン2と対向する部分を含むように局所的に形成されていても良い。

【0094】

10

20

30

40

50

第2透明基材層L4は、変形例7、8にて言及している第2透明基材5に相当する構成である。第2透明基材層L4もまた、任意の透明な誘電体材料を用いて実現されている。第1透明基材層L1と第2透明基材層L4の材料としては多様な材料を採用可能である。

【0095】

第2透明基材層L4の厚み T_{nA} は、変形例7に記載の技術的思想に基づき、電氣的に0.5に相当する値に設定されている。0.5に相当する値とは、例えば 0.5 ± 0.1 といったように、0.5を基準として定まる所定の許容範囲内の値を指すものとする。なお、「0.1」という記載は対象電波の波長を0.1倍した長さを指す。許容範囲は、ガラス面での反射波による利得低下を抑制する効果（換言すれば利得向上効果）が得られる範囲に相当する。第2透明基材層L4の厚み T_{nA} は、電氣的に対象波長の半波長を整数倍（例えば2倍や3倍）した値に設定されていてもよい。

10

【0096】

第2透明基材層L4においてパッチパターン2と接する部分であるアンテナ当接部51の側方には、Y軸方向に沿って直線状のスリット部52が形成されている。2つのスリット部52は、Y軸方向に沿って一列に配されている複数のアンテナ当接部51を挟み込むように形成されている。このようなスリット部52の形成態様は、パッチパターン2において共振電流が流れる方向と直交するようにスリット部52a、52bを形成した構成の一例に相当する。

【0097】

各スリット部52とアンテナ当接部51との離隔 S_p は、電氣的に0.5に相当する値に設定されている。なお、図21では一例として各スリット部52は連続的に形成されている態様を開示しているがこれに限らない。スリット部52は断続的に（換言すれば破線状に）形成されていても良い。

20

【0098】

このようにアンテナ当接部51の側方にスリット部52が形成した構成によれば、図22～図24に示すように、スリット部52が形成されていない構成よりも、表面波の発生を抑制でき、その結果としてアンテナ垂直方向の利得を高めることができる。なお、図22は、スリット部52を備えない構成（以降、比較構成）における、第2透明基材層L4とフロントガラス10との境界面での電界強度をシミュレーションした結果を示した図である。図23は、スリット部52を備える構成（つまり本実施形態の構成）における、第2透明基材層L4とフロントガラス10との境界面での電界強度をシミュレーションした結果を示した図である。図24は、比較構成と本実施形態の構成のそれぞれにおける指向性をシミュレーションした結果を示す図である。

30

【0099】

図24における実線は、本実施形態の構成、すなわち第2透明基材層L4にスリット部52を設けた構成における指向性を示している。図24における実線は、比較構成における指向性を示している。

【0100】

[第3実施形態]

以上で述べたアンテナモジュール100、100Aは、第1実施形態の冒頭に記載の通り、レーダ装置（例えばミリ波レーダ）において探査波を送受信するためのアンテナとして使用することができる。以下、探査波を送受信するためのアンテナとしてアンテナモジュール100Aを備える周辺監視ユニット300について、図を用いて説明する。

40

【0101】

本実施形態として開示の周辺監視ユニット300は、図25～図27に示すように、カメラ310と、レーダ装置320と、筐体330とを備える。カメラ310はユニット前方を撮像する装置である。ここでのユニット前方とは周辺監視ユニット300にとっての前方である。周辺監視ユニット300にとっての前後左右は、周辺監視ユニット300に対して予め設定されている。

【0102】

50

周辺監視ユニット300にとっての前方とは、別の観点によれば、カメラ310の撮像方向に相当する。図25に示す破線はカメラ310の撮像範囲（換言すれば視野）を概念的に示している。周辺監視ユニット300は、例えば図26に示すように、カメラ310が車室外の前方を撮像する姿勢でルームミラー付近などの車両のフロントガラス10の上端部に取り付けられて使用される。

【0103】

レーダ装置320は、ユニット前方に向けて所定の周波数の電波を探查波として送信するとともに、当該探查波が物体で反射されて返ってくる反射波を受信することによって物体を検出する装置である。レーダ装置320は、アンテナモジュール100Aと、信号処理部6Aと、を備える。アンテナモジュール100Aと、信号処理部6Aとは、コネクタ101及び通信ケーブル7を用いて相互通信可能に構成されている。信号処理部6Aは、アンテナモジュール100Aに高周波電流を供給して探查波を送信させるための駆動回路を備える。また信号処理部6Aは、アンテナモジュール100Aで受信した信号を解析して物体の位置を示すデータを生成する機能を備える。

10

【0104】

筐体330はカメラ310及び信号処理部6A等を収容する構成である。筐体330は、台座部331を備える。台座部331は、周辺監視ユニット300を車室内の所定位置に取り付けるための構成である。ここでは一例として車室内の天井部において、フロントガラスとの接合部分付近に取り付けた態様を開示しているがこれに限らない。周辺監視ユニット300はフロントガラス10の内側面に取り付けられていても良い。また、ルームミラー等に取付可能に構成されていてもよい。さらには、インストゥルメントパネルの上端部に載置可能に構成されていても良い。他の態様として、周辺監視ユニット300はリアガラス付近の任意の位置にユニット前方が車両後方を向く姿勢で取り付けられていても良い。

20

【0105】

本実施形態の筐体330の前側部分（以降、前面部）は、カメラ310がユニット前方を撮影可能なように、開口形状に形成されている。つまり筐体330は前面部にカメラ310がユニット前方を撮像するための開口部を備える。そして、筐体330の開口部には、筐体330の内外を切り分ける仕切りとして機能するように、所定の硬度（以降、目標硬度）を有するように形成されたアンテナモジュール100Aが配置されている。

30

【0106】

このような構成は、カメラの撮像範囲内に光透過型アンテナとしてのアンテナモジュール100Aを配置した構成に相当する。アンテナモジュール100Aは透明に構成されているため、そのため、筐体330の前面部に嵌め込まれたアンテナモジュール100Aは、カメラ310がユニット外部を撮像するための窓部として機能する。また、アンテナモジュール100Aは透明に構成されているため、カメラ310の前方（すなわち撮像範囲）にアンテナモジュール100Aが存在しても、所定のECUがカメラ310の撮像画像に基づいて物体認識を行う際の認識精度に影響を与えにくい。

【0107】

また、筐体330の前面部に嵌め込まれたアンテナモジュール100Aは、カメラ310にとっての窓部として機能するとともに、カメラ310等の収容物を保護する部材としての役割も担う。なお、アンテナモジュール100Aを筐体330の前面部に嵌め込むことによって、筐体330の内外を切り分ける仕切りとして機能させる構成は、アンテナモジュール100Aを筐体330の前面部として使用する構成に相当する。加えて、アンテナモジュール100Aは、レーダ装置320が探查波を送受信するためのアンテナとしての役割を担う。

40

【0108】

目標硬度を有するアンテナモジュール100Aは、例えば、第2透明基材層L4の材料として当該硬度を有する樹脂材料を用いることによって実現されている。もちろん、他の態様として、目標硬度を有するアンテナモジュール100Aは、目標硬度を有する樹脂材

50

料を用いて第1透明基材層11を形成することによって実現されていても良い。

【0109】

以上の構成は、カメラ310とレーダ装置320とを一体化したユニットにおいて、探査波を送受信するためのアンテナを、カメラ310の前面に配置した構成に相当する。探査波を送受信するためのアンテナとしてのアンテナモジュール100Aは透明に構成されているため、カメラ310の撮像画像に基づく物体認識を阻害しにくい。加えて、上記の構成によれば、カメラ310の視野角内にアンテナモジュール100Aを配置しているため、カメラ310とレーダ装置320の一体化型の周辺監視ユニット300としてのサイズを抑制することができる。

【0110】

なお、以上ではアンテナモジュール100Aを筐体330の一部として利用する構成を開示したがこれに限らない。図28に示すようにアンテナモジュール100Aは、フロントガラス10の内側に貼り付けるように構成されていてもよい。なお、筐体330内における信号処理部6A及びカメラ310の配置態様は適宜変更可能である。信号処理部6Aは、図27に示すようにカメラ310の横に配置されていても良いし、図28に示すようにカメラ310の後ろ側に配置されていても良い。

【符号の説明】

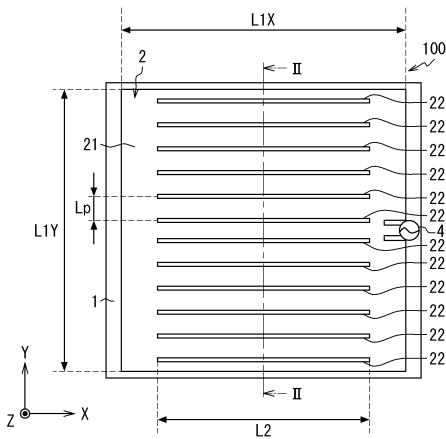
【0111】

100 アンテナモジュール、1 透明基材、2 パッチパターン、3 グランドパターン、21 ベースパターン、22 強導電パターン、23 給電点、31 ベースパターン、32 強導電パターン(グランド側強導電パターン)、4 線状エレメント、41 強導電パターン

10

20

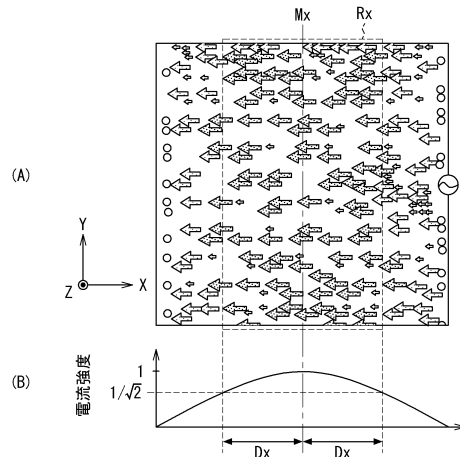
【図1】



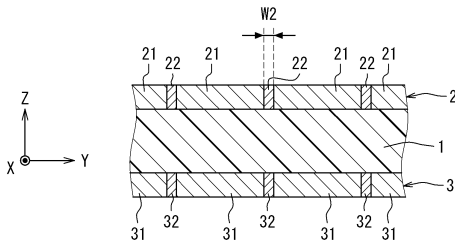
【図4】



【図5】



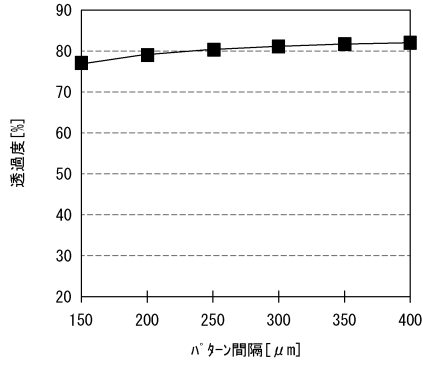
【図2】



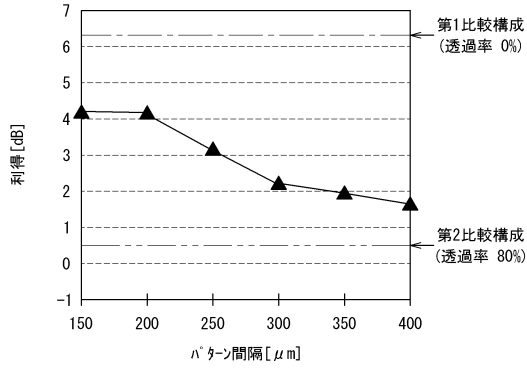
【図3】



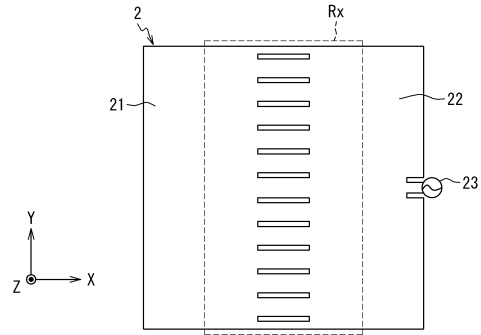
【図6】



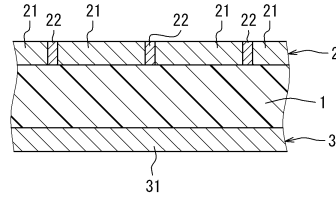
【図7】



【図8】



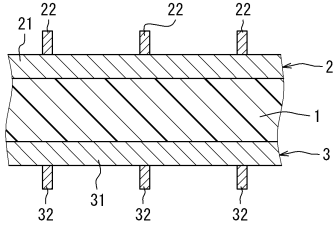
【図9】



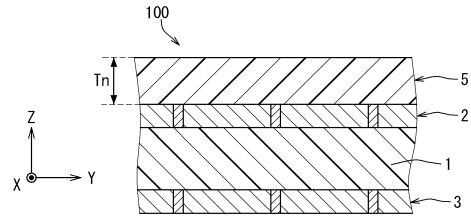
【図10】



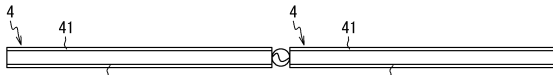
【図11】



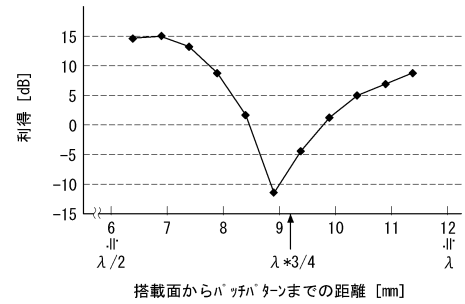
【図15】



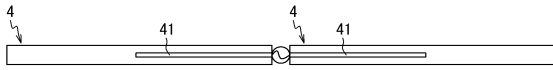
【図12】



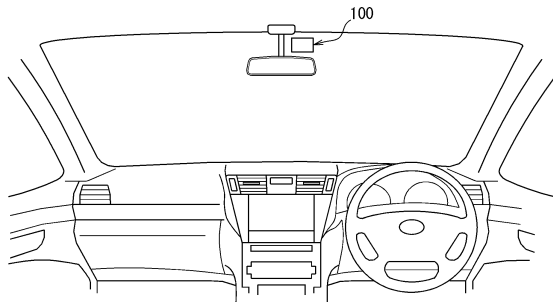
【図16】



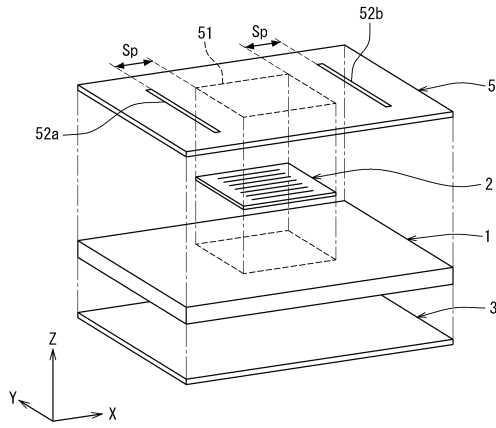
【図13】



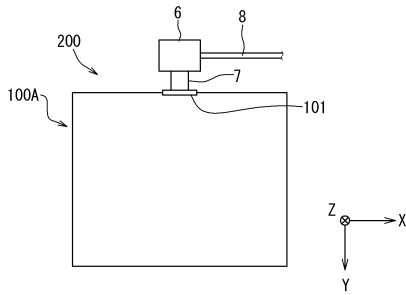
【図14】



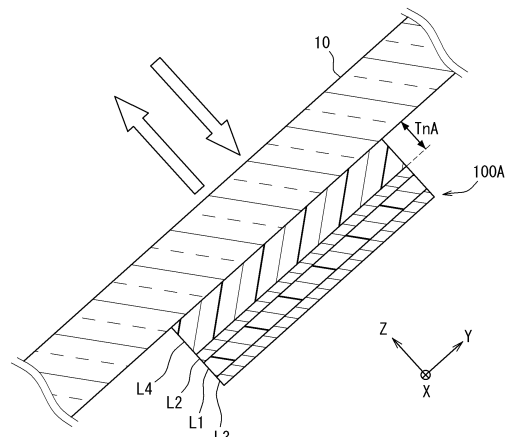
【図17】



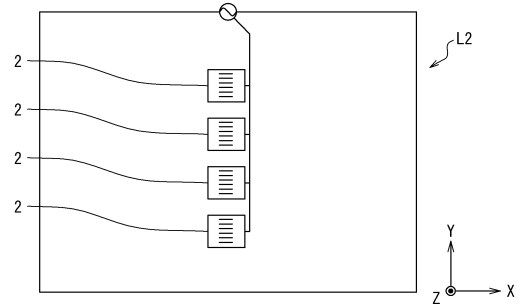
【図18】



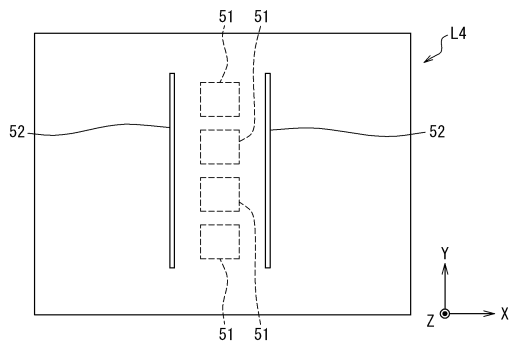
【図19】



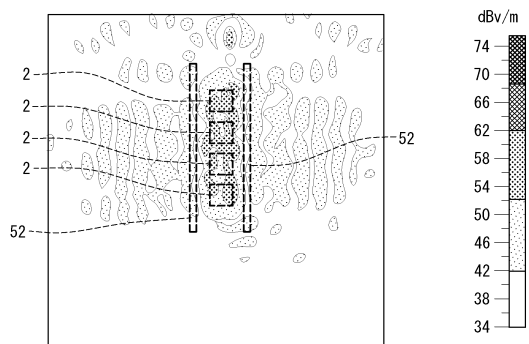
【図20】



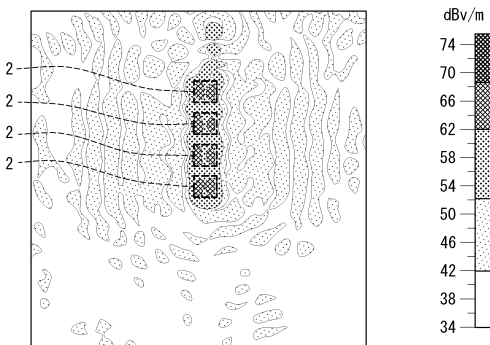
【図21】



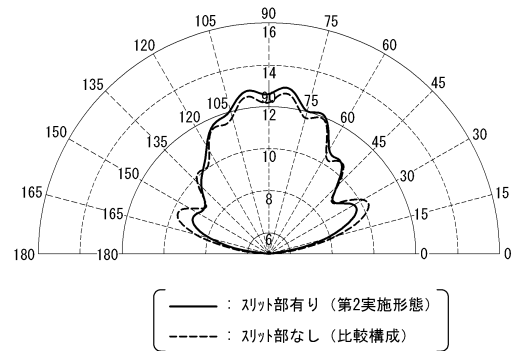
【図23】



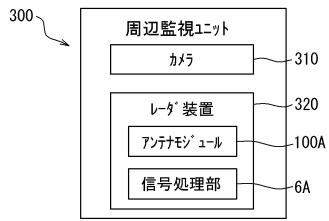
【図22】



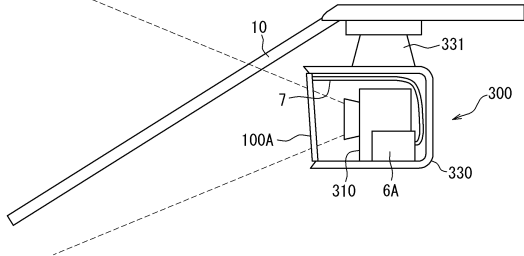
【図24】



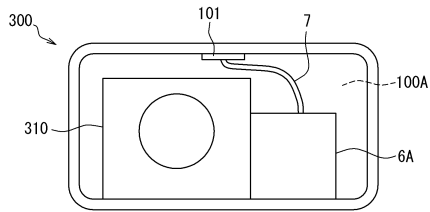
【図25】



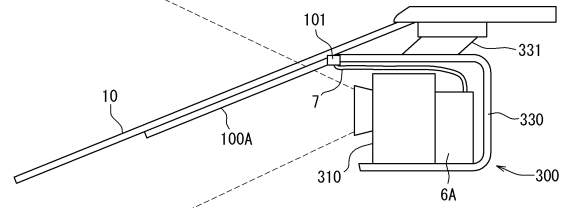
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 S 13/86 (2006.01) G 0 1 S 13/86

- (72)発明者 後藤 務
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内
- (72)発明者 大村 一志
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内
- (72)発明者 鈴木 幸和
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内
- (72)発明者 小出 士朗
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 赤穂 美香

- (56)参考文献 特開平11-177336(JP,A)
特開2013-062828(JP,A)
特開2013-197987(JP,A)
特開2009-004348(JP,A)
特表2009-528943(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0095114(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 1 Q | 1 3 / 0 8 |
| G 0 1 S | 7 / 0 3 |
| H 0 1 Q | 1 / 2 2 |
| H 0 1 Q | 1 / 3 2 |
| H 0 1 Q | 1 / 3 8 |
| G 0 1 S | 1 3 / 8 6 |