

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7660720号
(P7660720)

(45)発行日 令和7年4月11日(2025.4.11)

(24)登録日 令和7年4月3日(2025.4.3)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 Q 21/06 (2006.01)	H 0 1 Q 21/06
H 0 1 Q 13/08 (2006.01)	H 0 1 Q 13/08
H 0 1 Q 23/00 (2006.01)	H 0 1 Q 23/00

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2023-577030(P2023-577030)	(73)特許権者	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(86)(22)出願日	令和5年1月27日(2023.1.27)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/002677	(72)発明者	守田 達弥 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内
(87)国際公開番号	WO2023/145887	(72)発明者	山本 大輔 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内
(87)国際公開日	令和5年8月3日(2023.8.3)	(72)発明者	中島 毅樹 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内
審査請求日	令和6年4月19日(2024.4.19)	審査官	原田 聖子
(31)優先権主張番号	特願2022-11232(P2022-11232)		
(32)優先日	令和4年1月27日(2022.1.27)		
(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】 アンテナおよび通信モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体で構成される基板と、
前記基板の表面に沿って行列状に並んで配置される複数の給電素子と、
複数の前記給電素子で構成される給電素子群の周囲を囲むように並んで配置される複数の無給電素子と、

を備え、

ステアリング方向に沿って隣接する前記無給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチは、前記ステアリング方向に沿って隣接する前記給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチよりも狭く、

前記ステアリング方向に沿って隣接する前記無給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチは、前記ステアリング方向に沿って隣接する前記給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチの70(%)~80(%)である

周波数が26.5(GHz)~29.5(GHz)の範囲で用いられるアンテナ。

【請求項2】

誘電体で構成される基板と、

前記基板の表面に沿って行列状に並んで配置される複数の給電素子と、

複数の前記給電素子で構成される給電素子群の周囲を囲むように並んで配置される複数の無給電素子と、

を備え、

ステアリング方向に沿って隣接する前記無給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチは、前記ステアリング方向に沿って隣接する前記給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチよりも狭く、

前記ステアリング方向に沿って隣接する前記無給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチは、前記ステアリング方向に沿って隣接する前記給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチの70(%)~90(%)である

周波数が26.5(GHz)~28(GHz)の範囲で用いられるアンテナ。

【請求項3】

複数の前記無給電素子は、前記給電素子群の周囲を2重に囲む

請求項1または2に記載のアンテナ。

10

【請求項4】

複数の前記無給電素子は、複数の前記給電素子に対して千鳥状に配置される

請求項1または2に記載のアンテナ。

【請求項5】

前記無給電素子は、前記給電素子よりも大きい

請求項1または2に記載のアンテナ。

【請求項6】

請求項1または2に記載のアンテナと、

RF素子と、

を備える通信モジュール。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示の実施形態は、アンテナおよび通信モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、基板上に複数の給電素子と複数の無給電素子とが並んで配置されるアレイアンテナが開示されている(例えば、特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【文献】特開2006-121406号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示のアンテナは、基板と、複数の給電素子と、複数の無給電素子と、を備える。基板は、誘電体で構成される。複数の給電素子は、前記基板の表面に沿って行列状に並んで配置される。複数の無給電素子は、複数の前記給電素子で構成される給電素子群の周囲を囲むように並んで配置される。また、ステアリング方向に沿って隣接する前記無給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチは、前記ステアリング方向に沿って隣接する前記給電素子同士の前記ステアリング方向のピッチよりも狭い。

40

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】図1は、実施形態に係るアレイアンテナの構成の一例を示す正面図である。

【図2】図2は、実施形態に係る給電素子の構成の一例を示す断面図である。

【図3】図3は、実施形態に係る給電素子の構成の一例を示す正面図である。

【図4】図4は、実施形態および参考例のアレイアンテナのE面におけるビームステアリング特性を示す図である。

【図5】図5は、実施形態および参考例のアレイアンテナのE面におけるビームステアリング特性を示す図である。

【図6】図6は、実施形態および参考例のアレイアンテナのE面におけるビームステアリ

50

ング特性を示す図である。

【図 7】図 7 は、実施形態および参考例のアレイアンテナの -60 ($^{\circ}$) 方向および $+60$ ($^{\circ}$) 方向のビームステアリング特性を示す図である。

【図 8】図 8 は、アレイアンテナのピッチ比率を変更した場合の E 面方向の利得の推移を示す図である。

【図 9】図 9 は、無給電素子のサイズを変更した場合のビームステアリング特性を示す図である。

【図 10】図 10 は、実施形態の別の実施形態に係るアレイアンテナの構成の一例を示す正面図である。

【図 11】図 11 は、実施形態の別の実施形態および参考例のアレイアンテナの E 面におけるビームステアリング特性を示す図である。

10

【図 12】図 12 は、実施形態の別の実施形態および参考例のアレイアンテナの E 面におけるビームステアリング特性を示す図である。

【図 13】図 13 は、実施形態の別の実施形態および参考例のアレイアンテナの E 面におけるビームステアリング特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

以下、添付図面を参照して、本願の開示するアンテナおよび通信モジュールの実施形態について説明する。なお、以下に示す実施形態により本開示が限定されるものではない。

【0007】

20

また、以下に示す実施形態では、「一定」、「直角」、「垂直」あるいは「平行」といった表現が用いられる場合があるが、これらの表現は、厳密に「一定」、「直角」、「垂直」あるいは「平行」であることを要しない。すなわち、上記した各表現は、例えば製造精度、設置精度などのずれを許容するものとする。

【0008】

従来、基板上に複数の給電素子と複数の無給電素子とが並んで配置されるアレイアンテナが開示されている。しかしながら、上記の従来技術では、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向（たとえば、 ± 60 ($^{\circ}$) 方向）において、放射パターンが崩れる場合があった。

【0009】

30

たとえば、PAAAM (Phased Array Antenna Module) などにおいて、アンテナと制御回路などが同じ基板上に配置される場合に、アレイアンテナのサイズよりもグランド層のサイズが大きくなると、放射パターンが大きく崩れる場合があった。

【0010】

そこで、アレイアンテナにおいて広角なビームステアリングを可能とする技術の実現が期待されている。

【0011】

<実施形態>

まず、実施形態に係るアレイアンテナ 1 の構成および特性について、図 1 ~ 図 9 を参照しながら説明する。図 1 は、実施形態に係るアレイアンテナ 1 の構成の一例を示す正面図である。アレイアンテナ 1 は、アンテナの一例である。

40

【0012】

図 1 に示すように、実施形態に係るアレイアンテナ 1 は、基板 2 と、複数の給電素子 3 と、複数の無給電素子 4 とを備える。

【0013】

なお、本開示の添付図面では、位置関係を明確にするために、互いに直角する X 軸、Y 軸および Z 軸を規定し、Z 軸方向を基板 2 の厚み方向、X 軸方向をアレイアンテナ 1 の E 面方向、Y 軸方向をアレイアンテナ 1 の H 面方向とする。

【0014】

基板 2 は、誘電体で構成され、たとえば平板形状を有する。基板 2 は、たとえば、酸化

50

アルミニウム質焼結体、ガラスセラミック焼結体、ムライト質焼結体または窒化アルミニウム質焼結体などのセラミック材料で構成されてもよく、有機材料で構成されてもよい。

【0015】

かかる基板2には、表面2aに沿って複数の給電素子3が並んで配置され、かかる複数の給電素子3によって1つの給電素子群3Aが構成される。たとえば、基板2の表面2aに沿って8個×8個の給電素子3が行列状に並んで配置される。なお、本開示において、アレイアンテナ1に設けられる給電素子3の数や配置は図1の例に限られない。

【0016】

図2は、実施形態に係る給電素子3の構成の一例を示す断面図であり、図3は、実施形態に係る給電素子3の構成の一例を示す正面図である。図2などに示すように、実施形態に係る給電素子3は、基板2の表面2aおよび内部に複数の金属層を配置して構成されるパッチアンテナ（マイクロストリップアンテナ）である。

10

【0017】

給電素子3は、基板2の表面2aと平行に配置される金属層として、給電層11と、グランド層12と、給電パッチ層13と、無給電パッチ層14とを備える。また、給電素子3は、基板2の表面2aに対して垂直に配置されるビア導体として、給電ビア21と、短絡ビア22とを備える。

【0018】

これらの金属層およびビア導体は、銅、銀、パラジウム、金、白金タングステン、モリブデンもしくはマンガンなどの金属材料、またはこれらの金属材料を主成分とする合金材料もしくは混合材料などによって構成される。

20

【0019】

給電層11は、上述の各金属層のうち、基板2の表面2aからもっとも離れて配置される。給電層11は、図示しない制御ICと電氣的に接続される。

【0020】

かかる制御ICは、送信対象の電波に対応する電気信号として、たとえば、変調された電気信号を、給電層11および給電ビア21などを介して給電パッチ層13に出力する。また、制御ICは、給電素子3によって受信された電波に対応する電気信号を、給電パッチ層13から給電ビア21および給電層11などを介して収集する。

【0021】

グランド層12は、基板2の内部において、給電層11よりも表面2a側に配置される。また、グランド層12は、図示しない接地電位に接続される。

30

【0022】

給電パッチ層13は、基板2の内部において、グランド層12よりも表面2a側に配置される。給電パッチ層13は、給電ビア21を介して給電層11に電氣的に接続され、上述の制御ICから電気信号が給電される。

【0023】

給電パッチ層13は、たとえば図3に示すように、送受信される電波の周波数などに応じた辺の長さを有する正方形形状である。なお、本開示において、給電パッチ層13は、正方形形状に限られず、さまざまな形状であってもよい。

40

【0024】

無給電パッチ層14は、基板2の表面2aに配置される。無給電パッチ層14は、たとえば図3に示すように、正方形形状であり、給電パッチ層13と概ね同じ大きさおよび同じ形状である。また、無給電パッチ層14は、平面視で給電パッチ層13と重なるように配置される。

【0025】

給電ビア21は、給電層11と給電パッチ層13との間を電氣的に接続する。なお、給電ビア21とグランド層12との間には基板2を構成する誘電体が配置されることから、給電ビア21とグランド層12とは互いに電氣的に絶縁されている。

【0026】

50

また、実施形態に係る給電素子 3 では、図 3 に示すように、1 つの給電パッチ層 1 3 に 2 つの給電ビア 2 1 (以下、給電ビア 2 1 A、2 1 B と呼称する。) が接続される。

【0027】

また、給電ビア 2 1 は、たとえば給電素子 3 における入力インピーダンス (反射特性) の要求から、給電パッチ層 1 3 の中心から離れた位置に接続され、直交 2 方向の偏波特性に対応できるように 90 (°) 異なる位置にある。たとえば、給電ビア 2 1 A は、給電パッチ層 1 3 の中心から - Y 方向に離れた位置に接続され、給電ビア 2 1 B は、給電パッチ層 1 3 の中心から - X 方向に離れた位置に接続される。

【0028】

短絡ビア 2 2 は、給電パッチ層 1 3 とグラウンド層 1 2 との間を電氣的に接続する。また、実施形態に係る給電素子 3 では、図 3 に示すように、1 つの給電パッチ層 1 3 に 2 つの短絡ビア 2 2 (以下、短絡ビア 2 2 A、2 2 B と呼称する。) が接続される。

10

【0029】

また、短絡ビア 2 2 は、たとえば、給電パッチ層 1 3 の中心から離れ、かつ給電ビア 2 1 よりも給電パッチ層 1 3 の中心に近い位置に接続される。たとえば、短絡ビア 2 2 A は、給電パッチ層 1 3 の中心から + Y 方向に離れた位置に接続され、短絡ビア 2 2 B は、給電パッチ層 1 3 の中心から + X 方向に離れた位置に接続される。

【0030】

図 1 の説明に戻る。複数の無給電素子 4 は、複数の給電素子 3 で構成される給電素子群 3 A の周囲を囲むように並んで配置される。たとえば、複数の無給電素子 4 は、給電素子群 3 A の周囲を 2 重に囲む配置でもよい。

20

【0031】

また、無給電素子 4 は、行列状に並ぶ複数の給電素子 3 に対して行または列が揃う配置でもよい。さらに、互いに隣接する無給電素子 4 同士も、行または列が揃う配置でもよい。

【0032】

無給電素子 4 は、給電層 1 1 から給電されない素子である。かかる無給電素子 4 の構成は、たとえば、図 2 および図 3 に示した給電素子 3 の構成から、給電パッチ層 1 3、給電ビア 2 1 および短絡ビア 2 2 が除かれた構成である。これにより、無給電素子 4 は無給電素子として機能する。

【0033】

30

ここで、実施形態では、図 1 に示すように、ステアリング方向に沿って隣接する無給電素子 4 同士のステアリング方向のピッチが、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 同士のステアリング方向のピッチよりも狭い。

【0034】

具体的には、実施形態では、E 面方向 (X 軸方向) に沿って隣接する無給電素子 4 同士の E 面方向のピッチ P E 2 が、E 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の E 面方向のピッチ P E 1 よりも狭い。

【0035】

同様に、実施形態では、H 面方向 (Y 軸方向) に沿って隣接する無給電素子 4 同士の H 面方向のピッチ P H 2 が、H 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の H 面方向のピッチ P H 1 よりも狭い。

40

【0036】

これにより、隣接する無給電素子 4 同士のピッチ P E 2、P H 2 と、隣接する給電素子 3 同士のピッチ P E 1、P H 1 とがそれぞれ等しい場合と比べて、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向における放射パターンの崩れを低減することができる。

【0037】

図 4 ~ 図 6 は、実施形態および参考例のアレイアンテナ 1 の E 面におけるビームステアリング特性を示す図である。なお、本開示において、参考例のアレイアンテナ 1 とは、図 1 などに示した実施形態に係るアレイアンテナ 1 において、隣接する無給電素子 4 同士のピッチ P E 2、P H 2 と、隣接する給電素子 3 同士のピッチ P E 1、P H 1 とがそれぞれ

50

等しいアレイアンテナである。

【 0 0 3 8 】

また、本開示では、実施形態および参考例のアレイアンテナ 1 が、複数の給電素子 3 および複数の無給電素子 4 が配置される領域よりも面積の広いグラウンド層 1 2 を有する。具体的には、本開示では、グラウンド層 1 2 の 1 辺の長さが、給電素子群 3 A の 1 辺の長さのおおよそ 2 倍である。なお、図 4 ~ 図 6 に示す結果は、給電ビア 2 1 A (図 3 参照) における E 面ステアリングに相当する。

【 0 0 3 9 】

また、図 4 では周波数が 2 6 . 5 (G H z) のビームステアリング特性を示し、図 5 では周波数が 2 8 (G H z) のビームステアリング特性を示し、図 6 では周波数が 2 9 . 5 (G H z) のビームステアリング特性を示す。

10

【 0 0 4 0 】

図 4 ~ 図 6 に示すように、実施形態に係るアレイアンテナ 1 は、参考例と比べて、正面方向から大きく傾いた方向 (ここでは - 6 0 (°) 方向および + 6 0 (°) 方向) における放射パターンの崩れが低減され、かかる方向における利得が向上していることが分かる。

【 0 0 4 1 】

このように、実施形態では、グラウンド層 1 2 の面積がアレイアンテナ 1 よりも広い場合に顕著に発生する放射パターンの崩れを、ピッチ P E 2、P H 2 を狭くすることで低減することができる。これは、ピッチ P E 2、P H 2 を狭くすることで、グラウンド層 1 2 に対するシールド効果を高めることができるためと推測される。

20

【 0 0 4 2 】

したがって、実施形態によれば、アレイアンテナ 1 において広角なビームステアリングが可能になる。

【 0 0 4 3 】

なお、上記の実施形態では、複数の給電素子 3 および複数の無給電素子 4 が配置される領域よりもグラウンド層 1 2 の面積が広い場合について示したが、本開示はかかる例に限られない。

【 0 0 4 4 】

たとえば、本開示では、複数の給電素子 3 および複数の無給電素子 4 が配置される領域とグラウンド層 1 2 との面積が略等しくてもよいし、複数の給電素子 3 および複数の無給電素子 4 が配置される領域よりもグラウンド層 1 2 の面積が狭くてもよい。

30

【 0 0 4 5 】

図 7 は、実施形態および参考例のアレイアンテナ 1 の - 6 0 (°) 方向および + 6 0 (°) 方向のビームステアリング特性を示す図である。図 7 に示すように、実施形態に係るアレイアンテナ 1 は、参考例と比べて、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向におけるセカンドローブを小さくすることができる。

【 0 0 4 6 】

したがって、実施形態によれば、干渉によるノイズを低減できるため、アレイアンテナ 1 の通信品質を向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

図 8 は、アレイアンテナ 1 のピッチ比率を変更した場合の E 面方向の利得の推移を示す図である。なお、本開示において、「ピッチ比率」とは、給電素子 3 同士のピッチ P E 1 (またはピッチ P H 1) に対する無給電素子 4 同士のピッチ P E 2 (またはピッチ P H 2) の比率のことである。

40

【 0 0 4 8 】

図 8 に示すように、E 面方向においては、ピッチ比率を 1 0 0 (%) 以上とすることで、2 9 . 5 (G H z) における - 6 0 (°) 方向での利得が大きく低下する。

【 0 0 4 9 】

また、図 8 に示すように、E 面方向においては、ピッチ比率を 6 0 (%) 以下とすることで、2 6 . 5 (G H z) および 2 8 (G H z) における - 6 0 (°) 方向での利得が大

50

きく低下する。

【 0 0 5 0 】

すなわち、実施形態では、ステアリング方向に沿って隣接する無給電素子 4 同士のステアリング方向のピッチが、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 同士のステアリング方向のピッチの 7 0 (%) ~ 9 0 (%) であってもよい。

【 0 0 5 1 】

これにより、実施形態では、広帯域においてアレイアンテナ 1 のビームステアリング特性を向上させることができる。なお、上述した図 4 ~ 図 6 の例は、ピッチ比率が 8 0 (%) である場合の結果について示している。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、無給電素子 4 のサイズを変更した場合のビームステアリング特性を示す図である。なお、図 9 の例では、給電素子 3 のサイズが 2 . 5 7 (m m) 角である場合における、アレイアンテナ 1 の - 6 0 (°) 方向、正面方向および + 6 0 (°) 方向の H 面方向 2 6 . 5 (G H z) のビームステアリング特性を示している。

【 0 0 5 3 】

図 9 に示すように、無給電素子 4 を給電素子 3 よりも大きくすることで、 - 6 0 (°) 方向および + 6 0 (°) 方向の利得を向上させることができる。したがって、実施形態によれば、アレイアンテナ 1 においてさらに広角なビームステアリングが可能になる。なお、上述した図 4 ~ 図 6 の例は、給電素子 3 と無給電素子 4 とが同じ大きさである場合の結果について示している。

【 0 0 5 4 】

また、実施形態では、図 1 に示すように、複数の無給電素子 4 が、給電素子群 3 A の周囲を 2 重に囲んでもよい。また、複数の無給電素子 4 が給電素子群 3 A の周囲を 3 重以上に囲んだ配置でもよい。この場合、グラウンド層 1 2 に対するシールド効果の点およびアレイアンテナ 1 の面積の増加を抑えるという点から、2 重に囲んだ構成がよい。

【 0 0 5 5 】

つまり、実施形態では、複数の無給電素子 4 によって給電素子群 3 A の周囲を 2 重に囲むことで、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向における放射パターンの崩れを低減することができるとともに、アレイアンテナ 1 の面積を小さくすることができる。

【 0 0 5 6 】

また、実施形態では、図 1 に示すように、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 と無給電素子 4 とのステアリング方向のピッチが、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 同士のステアリング方向のピッチよりも狭くてもよい。

【 0 0 5 7 】

具体的には、実施形態では、E 面方向に沿って隣接する給電素子 3 と無給電素子 4 との E 面方向のピッチ P E 3 が、E 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の E 面方向のピッチ P E 1 よりも狭くてもよい。

【 0 0 5 8 】

同様に、実施形態では、H 面方向に沿って隣接する給電素子 3 と無給電素子 4 との H 面方向のピッチ P H 3 が、H 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の H 面方向のピッチ P H 1 よりも狭くてもよい。

【 0 0 5 9 】

これにより、グラウンド層 1 2 に対するシールド効果をさらに高めることができるため、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向における放射パターンの崩れをさらに低減することができる。したがって、実施形態によれば、アレイアンテナ 1 においてさらに広角なビームステアリングが可能になる。

【 0 0 6 0 】

なお、本開示では、E 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の E 面方向のピッチ P E 1 と、H 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の H 面方向のピッチ P H 1 とが等しくてもよいし、異なってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

< 別の実施形態 >

つづいて、実施形態の別の実施形態に係るアレイアンテナ 1 について、図 1 0 ~ 図 1 3 を参照しながら説明する。図 1 0 は、実施形態の別の実施形態に係るアレイアンテナ 1 の構成の一例を示す正面図である。図 1 0 に示すように、別の実施形態に係るアレイアンテナ 1 は、無給電素子 4 の配置が上述の実施形態と異なる。

【 0 0 6 2 】

具体的には、別の実施形態では、給電素子群 3 A の周囲を囲むように配置される複数の無給電素子 4 が、複数の給電素子 3 に対して千鳥状に配置される。すなわち、別の実施形態では、行列状に並ぶ複数の給電素子 3 に対して、行または列をずらすように無給電素子 4 が配置される。

10

【 0 0 6 3 】

そして、別の実施形態では、上述の実施形態と同様に、ステアリング方向に沿って隣接する無給電素子 4 同士のスティアリング方向のピッチが、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 同士のスティアリング方向のピッチよりも狭い。

【 0 0 6 4 】

具体的には、別の実施形態では、E 面方向 (X 軸方向) に沿って隣接する無給電素子 4 同士の E 面方向のピッチ P_{E2} が、E 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の E 面方向のピッチ P_{E1} よりも狭い。

【 0 0 6 5 】

同様に、別の実施形態では、H 面方向 (Y 軸方向) に沿って隣接する無給電素子 4 同士の H 面方向のピッチ P_{H2} が、H 面方向に沿って隣接する給電素子 3 同士の H 面方向のピッチ P_{H1} よりも狭い。

20

【 0 0 6 6 】

これにより、別の実施形態では、上述の実施形態と同様に、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向における放射パターンの崩れを低減することができる。以下にその結果の詳細について説明する。

【 0 0 6 7 】

図 1 1 ~ 図 1 3 は、実施形態の別の実施形態および参考例のアレイアンテナ 1 の E 面におけるビームステアリング特性を示す図である。なお、図 1 1 ~ 図 1 3 に示す結果は、給電ビア 2 1 A (図 3 参照) における E 面ステアリングに相当する。

30

【 0 0 6 8 】

また、図 1 1 では周波数が 2 6 . 5 (G H z) のビームステアリング特性を示し、図 1 2 では周波数が 2 8 (G H z) のビームステアリング特性を示し、図 1 3 では周波数が 2 9 . 5 (G H z) のビームステアリング特性を示す。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 ~ 図 1 3 に示すように、別の実施形態に係るアレイアンテナ 1 は、参考例と比べて、正面方向から大きく傾いた方向 (ここでは - 6 0 (°) 方向および + 6 0 (°) 方向) における放射パターンの崩れがさらに低減され、かかる方向における利得がさらに向上していることが分かる。

40

【 0 0 7 0 】

このように、別の実施形態では、グランド層 1 2 の面積がアレイアンテナ 1 よりも広い場合に顕著に発生する放射パターンの崩れを、ピッチ P_{E2} 、 P_{H2} を狭くすることで効果的に低減することができる。したがって、別の実施形態によれば、アレイアンテナ 1 においてさらに広角なビームステアリングが可能になる。

【 0 0 7 1 】

上記したアレイアンテナ 1 は、たとえば、R F 素子との組合せにより通信モジュールとなる。そのため、この通信モジュールについても、広角なビームステアリングが可能となる。

【 0 0 7 2 】

50

実施形態に係るアレイアンテナ 1 は、基板 2 と、複数の給電素子 3 と、複数の無給電素子 4 と、を備える。基板 2 は、誘電体で構成される。複数の給電素子 3 は、基板 2 の表面 2 a に沿って行列状に並んで配置される。複数の無給電素子 4 は、複数の給電素子 3 で構成される給電素子群 3 A の周囲を囲むように並んで配置される。また、ステアリング方向に沿って隣接する無給電素子 4 同士のステアリング方向のピッチ P E 2、P H 2 は、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 同士のステアリング方向のピッチ P E 1、P H 1 よりも狭い。これにより、アレイアンテナ 1 において広角なビームステアリングが可能になる。

【0073】

また、実施形態に係るアレイアンテナ 1 において、ステアリング方向に沿って隣接する無給電素子 4 同士のステアリング方向のピッチ P E 2、P H 2 は、ステアリング方向に沿って隣接する給電素子 3 同士のステアリング方向のピッチ P E 1、P H 1 の 70 (%) ~ 90 (%) である。これにより、広帯域においてアレイアンテナ 1 のビームステアリング特性を向上させることができる。

10

【0074】

また、実施形態に係るアレイアンテナ 1 において、複数の無給電素子 4 は、給電素子群 3 A の周囲を 2 重に囲む。これにより、アンテナの正面方向から大きく傾いた方向における放射パターンの崩れを低減することができるとともに、アレイアンテナ 1 の面積を小さくすることができる。

【0075】

また、実施形態に係るアレイアンテナ 1 において、複数の無給電素子 4 は、複数の給電素子 3 に対して千鳥状に配置される。これにより、アレイアンテナ 1 においてさらに広角なビームステアリングが可能になる。

20

【0076】

また、実施形態に係るアレイアンテナ 1 において、無給電素子 4 は、給電素子 3 よりも大きい。これにより、アレイアンテナ 1 においてさらに広角なビームステアリングが可能になる。

【0077】

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。たとえば、上記の実施形態では、給電パッチ層 1 3 と無給電パッチ層 1 4 とが積層して配置される給電素子 3 および無給電素子 4 が用いられる例について示したが、本開示はかかる例に限られず、さまざまな構成を有する給電素子 3 および無給電素子 4 が用いられてもよい。

30

【0078】

また、上記の実施形態では、給電素子 3 にグランド層 1 2 と給電パッチ層 1 3 とを接続する短絡ビア 2 2 が設けられる例について示したが、本開示はかかる例に限られず、かかる短絡ビア 2 2 が給電素子 3 に設けられなくてもよい。

【0079】

さらなる効果や他の態様は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本開示のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

40

【符号の説明】

【0080】

- 1 アレイアンテナ (アンテナの一例)
- 2 基板
- 2 a 表面
- 3 給電素子
- 3 A 給電素子群

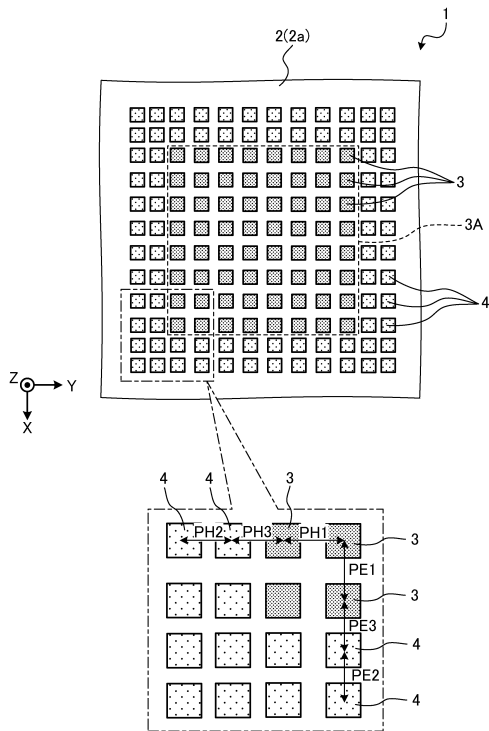
50

4 無給電素子

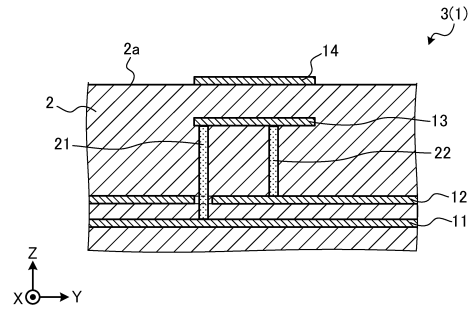
PE1 ~ PE3、PH1 ~ PH3 ピッチ

【図面】

【図1】



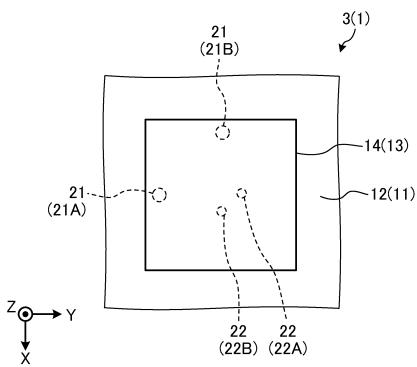
【図2】



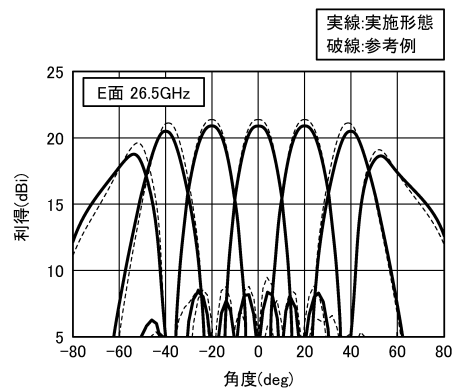
10

20

【図3】



【図4】

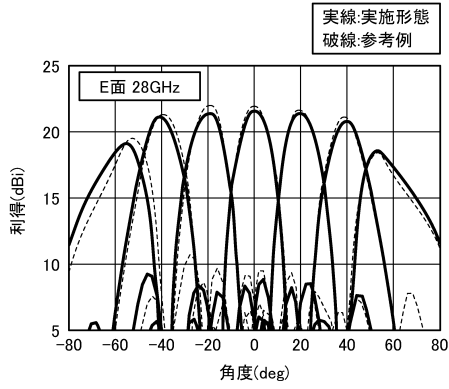


30

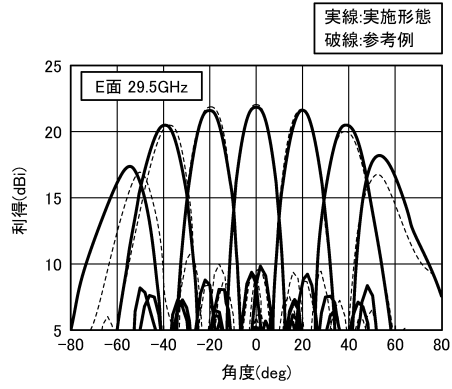
40

50

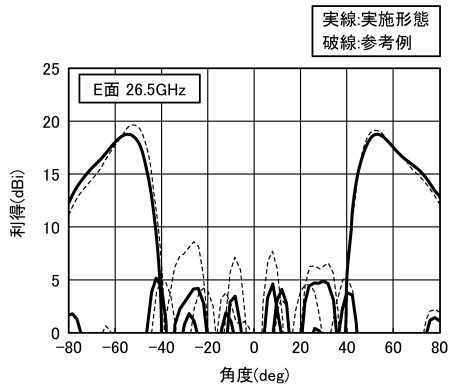
【 図 5 】



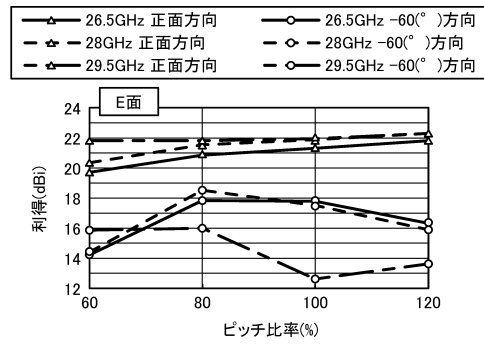
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

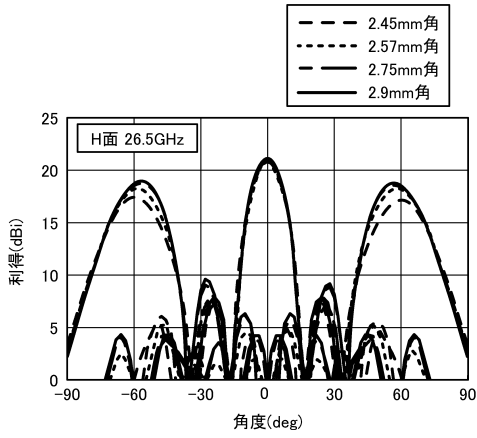
20

30

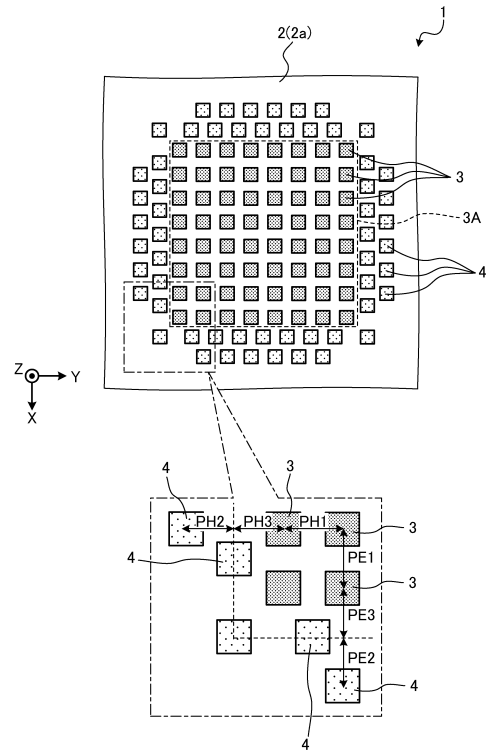
40

50

【図 9】



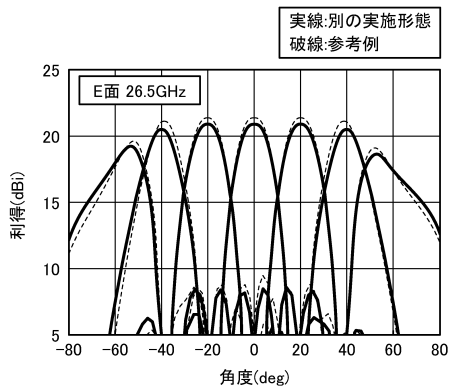
【図 10】



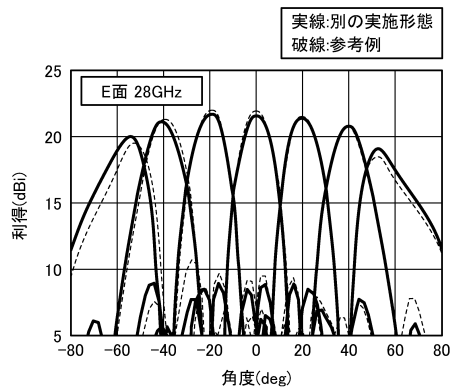
10

20

【図 11】



【図 12】

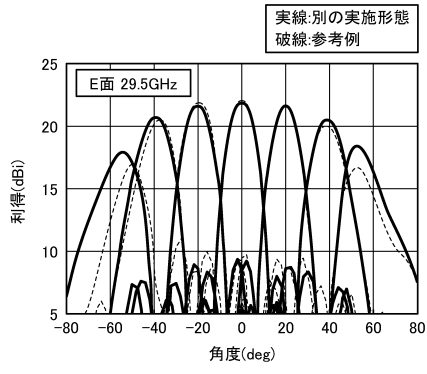


30

40

50

【図 13】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2021-022915(JP,A)
特開2017-188806(JP,A)
特開2004-242168(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H01Q | 21/06 |
| H01Q | 13/08 |
| H01Q | 23/00 |