

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7018546号
(P7018546)

(45)発行日 令和4年2月10日(2022.2.10)

(24)登録日 令和4年2月2日(2022.2.2)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 Q 19/02 (2006.01)

H 0 1 Q 19/02

H 0 1 Q 1/42 (2006.01)

H 0 1 Q 1/42

H 0 1 Q 21/06 (2006.01)

H 0 1 Q 21/06

B 3 2 B 15/08 (2006.01)

B 3 2 B 15/08

B 3 2 B 27/00 (2006.01)

B 3 2 B 27/00

E

請求項の数 9 (全29頁)

(21)出願番号 特願2021-518670(P2021-518670)
 (86)(22)出願日 令和2年11月11日(2020.11.11)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2020/042163
 (87)国際公開番号 WO2021/095789
 (87)国際公開日 令和3年5月20日(2021.5.20)
 審査請求日 令和3年4月2日(2021.4.2)
 (31)優先権主張番号 特願2019-206491(P2019-206491)
 (32)優先日 令和1年11月14日(2019.11.14)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)
 (31)優先権主張番号 特願2020-42326(P2020-42326)
 (32)優先日 令和2年3月11日(2020.3.11)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)
 早期審査対象出願

(73)特許権者 000231361
 N I S S H A 株式会社
 京都府京都市中京区壬生花井町3番地
 (73)特許権者 509345958
 仁川大産学協力団
 大韓民国仁川廣域市延寿區アカデミー路
 1 1 9 仁川大産校内
 (74)代理人 100158610
 弁理士 吉田 新吾
 (74)代理人 100121120
 弁理士 渡辺 尚
 (72)発明者 文 寅烈
 大韓民国京畿道城南市盆唐區ファンセウ
 ル路3 1 2 番ギール2 6 7階 ニッシャ
 コリア株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンテナ機能付きカバー

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁波伝送路が設けられた基板に装着されて使用されるアンテナ機能付きカバーであって、カバー層と、
 前記カバー層に対して積層方向に配置されており、金属蒸着層を含む絵柄層と、
 前記絵柄層と積層方向に並んで配置されアンテナ信号を増幅するメタ・サーフェスと、
前記メタ・サーフェスと前記電磁波伝送路の積層方向間に配置されたアレイアンテナと、
 を備えたアンテナ機能付きカバー。

【請求項2】

前記メタ・サーフェスは、前記絵柄層を挟んで前記電磁波伝送路に対して積層方向に対向している、請求項1に記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項3】

前記メタ・サーフェスは、前記絵柄層と前記電磁波伝送路との積層方向間に配置され、前記電磁波伝送路に対して積層方向に対向している、請求項1に記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項4】

前記金属蒸着層の厚みは、0.1 μm以下である、請求項1～3のいずれかに記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項5】

前記金属蒸着層は、A l、A g、A u、P tのいずれかからなる、請求項1～4のいずれ

かに記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項 6】

前記メタ・サーフェスはフラクタル形状である、請求項 1～5 のいずれかに記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項 7】

前記アレイアンテナは、多重帯域に対応可能であり、

前記メタ・サーフェスは、前記アレイアンテナに対して積層方向に対向する位置に設けられたパターン構造を有している、請求項 1 に記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項 8】

前記メタ・サーフェスの前記パターン構造は、低周波用パターンと、高周波用パターンとを有している、請求項 7 に記載のアンテナ機能付きカバー。

【請求項 9】

前記メタ・サーフェスの前記パターン構造は、多重偏波用のパターンを有している、請求項 7 又は 8 に記載のアンテナ機能付きカバー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カバー、特に、アンテナ機能付きカバーに関する。

【背景技術】

【0002】

スマートフォン、携帯電話、タブレット端末などの電子機器は、無線通信（例えば、Wi-Fi、GPS、Bluetooth（登録商標）、3G、LTE 等）の送受信用アンテナを備えている（例えば、特許文献 1 を参照）。

現在実用化が進んでいる 5G システムにおいて、5G アンテナ（駆動周波数：28GHz）は、ビームフォーミング（ビームステアリング）性能が求められる。5G アンテナの一種として、パッチアンテナを複数個（1×4 や 2×4 や 8×8 等）配列した、パッチアレイアンテナがある。パッチアンテナの電極材料は Cu、Ag、Sn、Al、Au、Pt 等の金属やその合金、樹脂を含んだ金属インキ（Ag ペースト）などである。パッチアンテナの 1 辺の寸法は、例えば、 $\lambda/2 = 5\text{mm}$ （28GHz の場合）程度である。

また、近年、上記の電子機器では、画像表示装置の表示面のみでなく、該表示面に対し裏面を衝撃等から保護するバックカバーの研究が進められている（例えば、特許文献 2 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2015-79399 号公報

特開 2019-26508 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

画像表示装置の裏面側に配置されるバックカバーの場合、機械的強度以外の要求特性として、美感に優れることが求められる。そのため、スマートフォン等に用いられるバックカバーは、例えば、ガラス層と、基板と、両者の間に積層された絵柄層を有している。絵柄層は、例えば、意匠層、金属蒸着層、意匠層を有している。意匠層は、意匠インキ、フィルム、樹脂等からなる。金属蒸着層は、ZnS、Ag 等からなり、金属調の意匠を実現する。

一方、アンテナ構造は、例えば、カバーのガラス層と反対側に設けられたマイクロストリップラインと、カバーのガラス層側に設けられたアンテナ素子とを有しており、両者間で非接触給電を行っている。そして、前述の金属蒸着層は、マイクロストリップラインとアンテナ素子との積層方向間に設けられているので、信号を減衰させてしまう。また、アン

10

20

30

40

50

テナ構造からの信号は、ガラス層によっても減衰される。

この問題は、5 G アンテナでは特に顕著になることを本発明の発明者は見出した。具体的には、4 G アンテナでは信号の減衰量は数%であるのに対して、5 G アンテナでは信号減衰量は数十%になると予測された。

【0005】

本発明の目的は、アンテナ機能付きカバーにおいて、金属蒸着層による金属調の意匠を維持しつつ、アンテナの性能低下を抑えることにある。

本発明の他の目的は、アンテナ機能付きカバーにおいて、ガラス等のカバー部材によるアンテナ放射特性の低下を抑えることでアンテナ性能を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下に、課題を解決するための手段として複数の態様を説明する。これら態様は、必要に応じて任意に組み合わせることができる。

本発明の一見地に係るアンテナ機能付きカバーは、電磁波伝送路が設けられた基板に装着されて用いられるものであって、カバー層と、絵柄層と、アンテナ素子としてのメタ・サーフェスとを備えている。

絵柄層は、カバー層に対して積層方向に配置されており、金属蒸着層を含む。

メタ・サーフェスは、絵柄層と積層方向に並んで配置されており、アンテナ信号を増幅する。

このカバーでは、絵柄層の金属蒸着層によって金属調の意匠を実現している。また、カバーがメタ・サーフェスを採用しているので、透磁率 μ が負の値になる。したがって、アンテナにおける信号減衰量を低減できる。この結果、アンテナの性能低下を抑えることができる。

【0007】

カバーは、電磁波伝送路を含みアンテナ素子に高周波電力を入力するための給電部をさらに備えていてもよい。

メタ・サーフェスは、給電部とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する形状であってもよい。

このカバーでは、アンテナにおける信号減衰量を低減できる。この結果、アンテナの性能低下を抑えることができる。

【0008】

メタ・サーフェスは、絵柄層を挟んで電磁波伝送路に対して積層方向に対向していてもよい。

【0009】

メタ・サーフェスは、絵柄層と電磁波伝送路との積層方向間に配置され、電磁波伝送路に対して積層方向に対向していてもよい。

【0010】

カバーは、メタ・サーフェスと電磁波伝送路の積層方向間に配置されたアレイアンテナをさらに備えていてもよい。

【0011】

金属蒸着層の厚みは、0.1 μm 以下であってもよい。

このカバーでは、金属蒸着層を十分に薄くしているので、アンテナ構造における信号減衰量を低減できる。この結果、5 G アンテナの性能低下を抑えることができる。

【0012】

金属蒸着層は、ZnS、Al、Ag、Au、Ptのいずれかからなってもよい。

このカバーでは、優れた金属調の意匠を実現できる。

【0013】

メタ・サーフェスはフラクタル形状であってもよい。

このカバーでは、アンテナ性能が向上する。

【0014】

10

20

30

40

50

アレイアンテナは、多重帯域に対応可能であってもよい。

メタ・サーフェスは、アレイアンテナに対して積層方向に対向する位置に設けられたパターン構造を有していてもよい。

【0015】

このカバーでは、多重帯域に対応可能なアンテナ構造において、メタ・サーフェスによって、アレイアンテナの等価回路とメタ・サーフェス及びカバー部材の等価回路のインピーダンスを整合することができ、その結果、カバーの影響による信号減衰及び放射パターンの歪曲現象を減らすことができる。なお、信号減衰及び放射パターンの歪曲現象の原因は、アンテナ入力インピーダンスのミスマッチやカバー自体に起因する物率的な損失であると考えられる。

10

【0016】

メタ・サーフェスのパターン構造は、低周波用パターンと、高周波用パターンとを有していてもよい。

【0017】

メタ・サーフェスのパターン構造は、多重偏波用のパターンを有していてもよい。

【発明の効果】

【0018】

本発明に係るアンテナ機能付きカバーでは、金属蒸着層による金属調の意匠を維持しつつ、アンテナの性能低下を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0019】

【図1】第1実施形態に係るバックカバーの模式的断面図。

【図2】メタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

【図3】第2実施形態に係るバックカバーの模式的断面図。

【図4】アレイアンテナとメタ・サーフェスの平面図。

【図5】アレイアンテナの平面図。

【図6】第3実施形態に係るバックカバーの模式的断面図。

【図7】第4実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

【図8】第5実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

【図9】第6実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

30

【図10】第7実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

【図11】第8実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的斜視図。

【図12】メタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

【図13】アンテナ構造の等価回路図。

【図14】変形例のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図。

【図15】第9実施形態のアンテナ機能付きカバーの模式的断面図。

【図16】アレイアンテナの平面図。

【図17】高周波用パッチと低周波用パッチの平面図。

【図18】低周波用パッチの平面図。

【図19】インピーダンス調整用パッチの斜視図。

40

【図20】メタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図。

【図21】メタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的平面図。

【図22】メタ・サーフェスの第1パターンの等価回路を含む模式的平面図。

【図23】メタ・サーフェスの第2パターンの等価回路を含む模式的平面図。

【図24】低周波の電波分布を、カバーなし、カバーあり（メタ・サーフェスなし）、カバーあり（メタ・サーフェスあり）で比較したシミュレーション図。

【図25】高周波の電界分布を、カバーなし、カバーあり（メタ・サーフェスなし）、カバーあり（メタ・サーフェスあり）で比較したシミュレーション図。

【図26】本実施形態におけるリターンロスを示すシミュレーション図。

【図27】第1変形例のメタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面

50

図。

【図 28】第 2 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 29】第 3 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 30】第 4 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 31】第 5 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 32】第 10 実施形態のメタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図。

【図 33】メタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的平面図。

【図 34】メタ・サーフェスの第 1 パターンの等価回路を含む模式的平面図。

【図 35】メタ・サーフェスの第 2 パターンの等価回路を含む模式的平面図。

【図 36】第 1 変形例のメタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図。

【図 37】第 2 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 38】第 3 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 39】第 4 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【図 40】第 5 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

1. 第 1 実施形態

(1) 基本構成

図 1 を用いて、バックカバー 1（アンテナ機能付きカバーの一例）を説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係るバックカバーの模式的断面図である。

バックカバー 1 は、携帯電話、スマートフォン、タブレットなどの電子機器に用いられる。バックカバー 1 は、電子機器の表示部の背面側に装着される筐体又はその裏面を構成するものである。バックカバー 1 は、スロットアレイアンテナ 35a（後述）が形成された基板 3（後述）と組み合わせて使用される。バックカバー 1 は、主に、カバー部材 5 と、絵柄層 7 とを有している。なお、図 1 の上側が電子機器の外側になり、図 1 の下側が電子機器の内側（表示部側）になる。

【0021】

(2) 基板

基板 3（基板の一例）は、平板状に形成されたメインボード PCB（Printed Circuit Board）である。

【0022】

(3) カバー部材

カバー部材 5（カバー層の一例）は、基板 3 の積層方向上側に配置されている。カバー部材 5 は、例えば、カバーガラスである。カバー部材 5 は、樹脂、ハードコートでもよい。カバー部材 5 の厚みは、例えば 0.65mm である。

カバー部材 5 の下面には、粘着層 11 が設けられている。粘着層 11 の厚みは、例えば 100 μ m である。

【0023】

(4) 絵柄層

絵柄層 7（絵柄層の一例）は、全体が一体のフィルム構成であり、基板 3 とカバー部材 5 との間に配置される。

絵柄層 7 は、基材としての PET フィルム 13 を有している。PET フィルム 13 の厚みは例えば 100 μ m である。

【0024】

絵柄層 7 は、PET フィルム 13 の上側に配置された、金属蒸着層 15、第 1 意匠層 17、及び粘着層 19 を有している。これらは先の順番で下から上に積層されている。金属蒸着層 15 は、例えば、ZnS、Al、Ag、Au、Ni、Pt からなる。第 1 意匠層 17 は、意匠インキ、フィルム、樹脂などからなる。金属蒸着層 15 の厚みは例えば 0.1 μ

10

20

30

40

50

mであり、第1意匠層17の厚みは例えば1 μm であり、粘着層19の厚みは例えば3～4 μm である。

【0025】

金属蒸着層15の厚みは、0.1 μm (100 nm) 以下であることが好ましい。これにより、アンテナ構造9の性能を維持すると共に、バックカバー1の金属調の意匠を実現できる。金属蒸着層15の厚みは、50 nm以上、又は90 nm以上であることが好ましい。これにより、バックカバー1の金属調の意匠を実現できる。

【0026】

絵柄層7は、PETフィルム13の下側に配置された、第2意匠層21、ベースカラー層23、及びバックアップ層25を有している。これらは先の順番で上から下に積層されている。第2意匠層21は、意匠インキ、フィルム、樹脂などからなる。第2意匠層21の厚みは例えば1 μm であり、ベースカラー層23の厚みは例えば1 μm であり、バックアップ層25の厚みは例えば1 μm である。

なお、絵柄層の構成、各層の厚み、各層の材料は特に限定されない。例えば、複数の層の一部は省略されてもよいし、異なる層が追加されてもよい。

【0027】

(5) アンテナ構造

アンテナ構造9は、5 Gアンテナである。5 Gアンテナが使用する周波数帯域は下記の2つである。

1) sub 6 : 6 GHz 以下 (特に日本は3.48～4.2 GHz、4.4～4.9 GHzを検討中)

2) mmWave : 25～80 GHz (特に日本は43.5 GHz 以下を検討中)

【0028】

アンテナ構造9は、非接触給電 (aperture coupled feed) 構造 (後述) を採用している。

【0029】

グラウンド電極35及びスロットアレイアンテナ (電極無しエリア) 35aは、基板3の上面に形成されている。

【0030】

スロットアレイアンテナ35aは、メタ・サーフェス31と平面視で同じ位置に形成されている。

【0031】

アンテナ構造9は、給電線路37 (電磁波伝送路の一例) を有している。給電線路37は、基板3の下面に形成されている。給電線路37は、スロットアレイアンテナ35aと平面視で対応する位置に形成されている。

給電線路37は、例えばマイクロストリップ線路であり、アンテナ素子であるメタ・サーフェス31に対して高周波信号RFを供給する。給電線路37は、グラウンド電極35のスロットアレイアンテナ35aを通してメタ・サーフェス31と容量性結合で接続している。なお、給電線路37は、周辺回路 (図示せず) に接続されている。

【0032】

アンテナ構造9は、さらに、5 Gラジオレンズとしてアンテナ信号増幅を行うメタ・サーフェス31 (メタ・サーフェスの一例) を有している。メタ・サーフェスとは、「人工的に構築された入射電波波長よりも短い周期構造」である。メタ・サーフェスでは、周期構造の共振現象によって電磁界特性が決定することから、周期構造を適宜設計することで、自然界から得られないような特異な電磁界特性を得ることができる。

アンテナ構造9は、低損失フィルム33を有している。低損失フィルム33は、絵柄層7の粘着層19の上に設けられている。メタ・サーフェス31は、低損失フィルム33の上に導電性部材として形成されており、そのためグラウンド電極35から離れて対向配置されている。

メタ・サーフェス31とグラウンド電極35との間には、前述の絵柄層7が配置されてい

10

20

30

40

50

る。なお、絵柄層 7 において、金属蒸着層 15 には、メタ・サーフェス 31 と同じ平面位置において、複数のスリット 15 a（複数の穴の一例）が形成されていてもよい。

そのようにスリット 15 a が形成されていれば、アンテナ性能が向上する。

【0033】

メタ・サーフェス 31 は、例えば、可視光透明な導電膜で作成されている。具体的には、ITO（Indium Tin Oxide、酸化インジウムスズ）、透明導電性インク（例えば銀ナノワイヤーインク）が用いられる。

【0034】

図 2 を用いて、メタ・サーフェス 31 の導電性部材 31 a の配置を説明する。図 2 は、メタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。

図 2 では、メタ・サーフェス 31 は、低損失フィルム 33 の表面に形成された複数の導電性部材 31 a からなる。複数の導電性部材 31 a は、2 次元正方格子状（すなわち、マトリックス状）に配置されている。導電性部材 31 a は、十字形状である。

【0035】

変形例として、メタ・サーフェスは、導電性部材において周期性を持った 2 次元正方格子状（すなわち、マトリックス状）に配置された穴から構成されていてもよい。

導電性部材又は穴の形状は、特に限定されず、四角形状、V 字形状であってもよい。

以上に述べたように、導電性部材の形状は、図 2 の例以外にも、周期性のある配置ができれば様々な形状が可能である。

なお、メタ・サーフェスは、アンテナ素子に高周波電力を入力する給電部（給電線路 37 を含む）とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する形状とすればよい。

【0036】

（6）実施形態の効果

このバックカバー 1 では、絵柄層 7 の金属蒸着層 15 によって金属調の意匠を実現している。さらに、5 G アンテナとしてメタ・サーフェス 31 を採用してスロットアレイアンテナ 35 a の上に設けているので、透磁率 μ は負の値になる。さらに、メタ・サーフェスは、アンテナ素子に高周波電力を入力する給電部とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する。よって、アンテナ構造 9 における信号減衰量を低減できる。この結果、5 G アンテナの性能低下を抑えることができる。

このバックカバー 1 では、金属蒸着層 15 の厚みが、 $0.1 \mu\text{m}$ 以下であり、十分に薄くしているので、アンテナ構造 9 における信号減衰量を低減できる。この結果、5 G アンテナの性能低下を抑えることができる。

【0037】

この、バックカバー 1 では、金属蒸着層 15 において給電線路 37 及びメタ・サーフェス 31 の積層方向間には、複数のスリット 15 a が形成されているしたがって、アンテナ構造 9 における信号減衰量を低減できる。この結果、5 G アンテナの性能低下を抑えることができる。

【0038】

メタ・サーフェス 31 は、上記のように金属パターン層により構成され、当該金属パターン層上の代表点からの距離に応じて透過する電磁波の位相が異なる。金属パターン層は、金属を含んで構成された複数種類の単位構造を、一定の規則を持って規則的に又はランダムに 2 次元に並べた構造となっている。単位構造の大きさは、電磁波の波長に比べて十分に小さい。このため、単位構造の集合は、電磁的な連続媒質として機能する。金属パターン層の構造により透磁率及び誘電率を制御することで、屈折率（位相速度）及びインピーダンスを独立して制御できる。この結果、波源とメタ・サーフェスの距離を短縮でき、さらにインピーダンス整合を実現できる。

さらに、本実施形態ではバックカバー 1 の上側部分にカバー部材 5 が設けられているが、メタ・サーフェス 31 によって、ガラス等のカバー部材 5 によるアンテナ放射特性の低下を抑えることでアンテナ性能を向上させている。

10

20

30

40

50

【0039】

2. 第2実施形態

第1実施形態では、メタ・サーフェスは、絵柄層を挟んで電磁波伝送路に対して積層方向に対向していた。しかし、メタ・サーフェスは、絵柄層と電磁波伝送路との積層方向間に配置され、電磁波伝送路に対して積層方向に対向していてもよい。この場合、絵柄層の片側にアンテナ構造全体が配置されている。

そのような実施例を第2実施形態として説明する。

【0040】

(1) 基本構成

図3を用いて、第2実施形態に係るバックカバー1A（アンテナ機能付きカバーの一例）を説明する。図3は、第2実施形態に係るバックカバーの模式的断面図である。

バックカバー1Aは、電子機器の表示部の背面側に装着される筐体又はその裏面を構成するものである。バックカバー1Aは、主に、カバー部材5Aと、絵柄層7Aとを有している。アレイアンテナ35Aが形成された基板3Aと組み合わせられて使用される。なお、図1の上側が電子機器の外側になり、図1の下側が電子機器の内側（表示部側）になる。

【0041】

(2) 基板

基板3A（基板の一例）は、平板状に形成されたメインボードPCB（Printed Circuit Board）である。

【0042】

(3) カバー部材

カバー部材5A（カバー層の一例）は、基板3Aの積層方向上側に配置されている。カバー部材5Aは、例えば、カバーガラスである。カバー部材5Aは、樹脂、ハードコートでもよい。

カバー部材5Aの厚みは、例えば0.65mmである。

【0043】

(4) 絵柄層

絵柄層7A（絵柄層の一例）は、全体が一体のフィルム構成であり、基板3Aとカバー部材5Aとの間に配置される。

絵柄層7Aは、基材としてのPETフィルム13Aを有している。PETフィルム13Aの厚みは例えば0.1μmである。

【0044】

絵柄層7Aは、PETフィルム13Aの上側に配置された、金属蒸着層15A、第1意匠層17A、及び粘着層19Aを有している。これらは先の順番で下から上に積層されている。金属蒸着層15Aは、例えば、ZnS、Al、Ag、Au、Ni、Ptからなる。第1意匠層17Aは、意匠インキ、フィルム、樹脂などからなる。金属蒸着層15Aの厚みは例えば0.1μmであり、第1意匠層17Aの厚みは例えば1μmであり、粘着層19Aの厚みは例えば3～4μmである。

【0045】

金属蒸着層15Aの厚みは、0.1μm（100nm）以下であることが好ましい。これにより、アンテナ構造9Aの性能を維持すると共に、バックカバー1の金属調の意匠を実現できる。金属蒸着層15Aの厚みは、50nm以上、又は90nm以上であることが好ましい。これにより、バックカバー1の金属調の意匠を実現できる。

【0046】

絵柄層7Aは、PETフィルム13の下側に配置された、第2意匠層21A、ベースカラー層23A、及びバックアップ層25A、粘着層27Aを有している。これらは先の順番で上から下に積層されている。第2意匠層21Aは、意匠インキ、フィルム、樹脂などからなる。第2意匠層21Aの厚みは例えば1μmであり、ベースカラー層23Aの厚みは例えば1μmであり、バックアップ層25のA厚みは例えば1μmである。粘着層27Aの厚みは例えば100μmである。

なお、絵柄層の構成、各層の厚み、各層の材料は特に限定されない。例えば、複数の層の一部は省略されてもよいし、異なる層が追加されてもよい。

【0047】

(5) アンテナ構造

図3～図5を用いて、アンテナ構造9Aを説明する。図4は、アレイアンテナとメタ・サーフェスの平面図である。図5は、アレイアンテナの平面図である。

アンテナ構造9Aは、5Gアンテナである。

アンテナ構造9Aは、アレイアンテナ35Aを有している。アレイアンテナ35Aは、基板3Aの上面に形成されている。図4に示すように、アレイアンテナ35Aは、複数のパッチアンテナ35A1を有している。

【0048】

アンテナ構造9Aは、給電線路37A（電磁波伝送路の一例）を有している。給電線路37Aは、基板3Aの下面に形成されている。給電線路37Aは、アレイアンテナ35Aと平面視で対応する位置に形成されている。

給電線路37Aは、例えばマイクロストリップ線路であり、アレイアンテナ35Aに対して高周波信号RFを供給する。なお、給電線路37Aは、周辺回路（図示せず）に接続されている。また、給電線路37Aとアレイアンテナ35Aは、コネクタ等で接続されている。

【0049】

バックカバー1Aは、低損失フィルム33Aを有している。低損失フィルム33Aは、絵柄層7Aと基板3Aとの間に配置されている。低損失フィルム33Aと基板3Aの間には、粘着層29Aが配置されている。

バックカバー1Aは、メタ・サーフェス31A（メタ・サーフェスの一例）を有している。メタ・サーフェス31Aは、図5に示すように、アレイアンテナ35Aと平面視で対応する位置に形成されている。

【0050】

メタ・サーフェス31Aは、低損失フィルム33Aの上に導電性部材として形成されている。メタ・サーフェス31Aは、本実施形態では、銅からなる。

メタ・サーフェス31Aは、アンテナ素子に高周波電力を入力する給電部とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する形状である。

【0051】

本実施形態の基本構造では、アンテナ構造9Aの上側にバックカバー1Aの絵柄層7Aが配置されているので、減衰が発生し、そのためアンテナ放射特性が低下するおそれがある。また、本実施形態の基本構造では、アンテナ構造9Aの上側にカバー部材5Aが配置されているので、これによっても減衰が発生する可能性がある。

そこで、本実施形態では、アレイアンテナ35Aの上側にメタ・サーフェス31Aを配置しカバー部材5Aによるアンテナ放射特性の低下を抑える。さらに、メタ・サーフェス31Aは、アンテナ素子に高周波電力を入力する給電部とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する。よって、アンテナ性能を向上させている。これにより、高指向性かつHigh Gainのアンテナが得られる。

【0052】

以上に述べたように、本実施形態では、バックカバー1Aはメタ・サーフェス31Aを有することによって、単独製品である意匠付きのバックカバーが実現されており、それはアレイアンテナ35Aが形成された基板3Aと組み合わせられて使用される。

【0053】

3. 第3実施形態

図6を用いて、第2実施形態の変形例として、第3実施形態を説明する。図6は、第3実施形態に係るバックカバーの模式的断面図である。

基本的な構造は第2実施形態と同じであるので、アンテナ構造を中心に説明する。

【0054】

本実施形態では、カバー部材 5 B、絵柄層 7 B、低損失フィルム 3 3 B 及びメタ／サーフェス 3 1 B 並びにアレイアンテナ 3 5 B によって、単独製品である意匠付きのバックカバーが実現されており、それは給電線路 3 7 B とアレイアンテナ 3 5 B が形成された基板 3 と組み合わせて使用される。

アンテナ構造 9 B は、5 G アンテナである。

アンテナ構造 9 B は、低損失フィルム 3 3 B を有している。低損失フィルム 3 3 B は、絵柄層 7 B と基板 3 B との間に配置されている。低損失フィルム 3 3 B と基板 3 B の間には、粘着層 2 9 B が配置されている。

アンテナ構造 9 B は、アレイアンテナ 3 5 B を有している。アレイアンテナ 3 5 B は、低損失フィルム 3 3 B の下面に形成されている。アレイアンテナ 3 5 B は、複数のパッチアンテナ 3 5 B 1 を有している。

10

【0055】

アンテナ構造 9 B は、給電線路 3 7 B（電磁波伝送路の一例）を有している。給電線路 3 7 B は、基板 3 B の下面に形成されている。

給電線路 3 7 B は、例えばマイクロストリップ線路であり、アレイアンテナ 3 5 B に対して高周波信号 RF を供給する。なお、給電線路 3 7 B は、周辺回路（図示せず）に接続されている。また、給電線路 3 7 B とアレイアンテナ 3 5 B は、非接触給電で接続されている。したがって、第 2 実施形態とは異なり、コネクタ等が不要である。

【0056】

アンテナ構造 9 B は、メタ・サーフェス 3 1 B（メタ・サーフェスの一例）を有している。メタ・サーフェス 3 1 B は、低損失フィルム 3 3 B の上面に導電性部材として形成されている。メタ・サーフェス 3 1 B は、アレイアンテナ 3 5 B と平面視で対応する位置に形成されている。

20

メタ・サーフェス 3 1 B は、本実施形態では、銅からなる。

【0057】

本実施形態では、カバー部材 5 B、絵柄層 7 B、低損失フィルム 3 3 B 及びメタ／サーフェス 3 1 B 並びにアレイアンテナ 3 5 B によって、単独製品である意匠付きのバックカバーが実現されており、それは給電線路 3 7 B とアレイアンテナ 3 5 B が形成された基板 3 と組み合わせて使用される。

【0058】

30

4. 第 4 実施形態

図 7 を用いて、メタ・サーフェスに用いられるパターン形状の変形例を第 4 実施形態として説明する。図 7 は、第 4 実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス 3 1 C は、低損失フィルム 3 3 の表面に形成された複数の導電性部材 3 1 c からなる。導電性部材 3 1 c は、四角形（具体的には、正方形）の枠形状である。

【0059】

5. 第 5 実施形態

図 8 を用いて、メタ・サーフェスに用いられるパターン形状の変形例を第 5 実施形態として説明する。図 8 は、第 5 実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。

40

メタ・サーフェス 3 1 D は、低損失フィルム 3 3 の表面に形成された複数の導電性部材 3 1 c からなる。導電性部材 3 1 d は、二重の四角形（具体的には、正方形）の枠形状である。内外の四角形は、反対側の位置において、切断部を有している。

【0060】

6. 第 6 実施形態

図 9 を用いて、メタ・サーフェスに用いられるパターン形状の変形例を第 6 実施形態として説明する。図 9 は、第 6 実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス 3 1 E は、低損失フィルム 3 3 の表面に形成された複数の導電性部材 3

50

1 e からなる。導電性部材 3 1 e は、外側の四角形（具体的には、正方形）の枠形状と、内側の四角形（具体的には、正方形の）の塗りつぶし形状である。

【0061】

7. 第7実施形態

図10を用いて、メタ・サーフェスに用いられるパターン形状の変形例を第7実施形態として説明する。図10は、第4実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス 3 1 F は、低損失フィルム 3 3 の表面に形成された複数の導電性部材 3 1 e からなる。導電性部材 3 1 f は、四角形（具体的には、正方形）の枠形状と、その各辺から内側に延びる突起部を有している。

【0062】

8. 第8実施形態

第1～第7実施形態では、メタ・サーフェスの複数の導電性部材は比較的単純な形状であるが、導電性部材の形状は特に限定されない。

バックカバーの厚みを薄くするためには、インピーダンスが整合する等価回路を構成しやすくするために、メタ・サーフェスの導電性部材の数を増やし、パターン形状を複雑にすることが好ましい。

図11～図13を用いて、そのような実施例として、第8実施形態を説明する。図11は、第8実施形態のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的斜視図である。図12は、メタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。図13は、アンテナ構造の等価回路図である。

【0063】

この実施形態では、メタ・サーフェス 3 1 G の導電性部材 3 1 g は、フラクタル形状である。フラクタルとは、図形の部分と全体が自己相似（再帰）になっているものをいう。

具体的には、メタ・サーフェス 3 1 G の導電性部材 3 1 g は、自己相似的な多数の四角形からなる形状である。なお、導電性部材 3 1 g の最小単位は四角形の導電性部材であり、当該導電性部材は導電性部材が形成されていない四角形部分を真ん中に有している。

【0064】

上記のように導電性部材 3 1 g をフラクタル形状とすることで、アンテナ性能が向上する。その理由は、フラクタル形状であれば、図13に示すように等価回路のバリエーションが多くなり、等価回路の各コンポーネントの定数のダイナミックレンジが広く使えるようになるからである。

【0065】

図14を用いて、変形例を説明する。図14は、変形例のメタ・サーフェスのパターン形状を示す模式的平面図である。

この変形例では、メタ・サーフェス 3 1 H の導電性部材 3 1 h は、フラクタル形状である。具体的には、導電性部材 3 1 h は、自己相似的な無数の三角形からなる図形である。

なお、導電性部材 3 1 h の最小単位は三角形の導電性部材であり、当該導電性部材の同じ向き3個の間には、導電性部材が形成されていない逆向きの三角形部分が存在する。

フラクタルの形状は上記例に限定されない。

【0066】

なお、第1実施形態のバックカバーの層構成（図1）において、メタ・サーフェスのパターン形状をフラクタルにしてもよい。この場合、透磁率 μ を負の値にでき、さらに、インピーダンスマッチングが可能な等価回路を構成できる。以上より、アンテナ構造における信号減衰量を低減できる。その結果、5 G アンテナの性能低下が抑えられる。

また、第2実施形態のバックカバーの層構成（図3）において、メタ・サーフェスのパターン形状をフラクタルにしてもよい。この場合、カバー部材 5 A によるアンテナ放射特性の低下を抑える効果が高くなる。

さらに、第3実施形態のバックカバーの層構成（図6）において、メタ・サーフェスのパターン形状をフラクタルにしてもよい。この場合、カバー部材 5 B によるアンテナ放射特

10

20

30

40

50

性の低下を抑える。

【0067】

9. 第9実施形態

図15～図19を用いて、第9実施形態のバックカバー1Iのアンテナ構造9Iを説明する。図15は、第9実施形態のアンテナ機能付きカバーの模式的断面図である。図16は、アレイアンテナの平面図である。図17は、高周波用パッチと低周波用パッチの平面図である。図18は、低周波用パッチの平面図である。図19は、インピーダンス調整用パッチの斜視図である。なお、バックカバー1Iのカバー部材5I（後述）は、第2実施形態のカバー部材5Aと同様に、メタ・サーフェス31I（後述）を有しており、アレイアンテナ35I（後述）が形成された基板3I（後述）と組み合わせられて使用される。

10

ただし、粘着層は、空気層でも他の層（例えば、樹脂層）であってもよい。

アンテナ構造9Iは、多重帯域（具体的には、デュアルバンド）対応であり、かつ、単一偏波用の5Gアンテナである。

【0068】

図15では、アレイアンテナ35Iと、メタ・サーフェス31Iと、カバー部材5Iとを模式的に示している。アレイアンテナ35Iは、基板3Iの上面に複数形成されている。基板3Iの第2面にはグラウンド電極34Iが形成されている。図1の下側には、各アレイアンテナ35Iの等価回路（共振LC回路）が示されている。また、図15の左側には、メタ・サーフェス31I及びバックカバー1Iの等価回路が示されている。

図15の左側の等価回路には、各メタ・サーフェス31Iによる2つの2C Metaが並列に配置され、それらの間をCCoverが接続している。メタ・サーフェス31Iの形状や数を適宜調整することで、2つの2C Metaの値を変更することができ、それによりアレイアンテナ35Iの等価回路とメタ・サーフェス31I及びカバー部材5Iの等価回路のインピーダンスを整合できる。

20

【0069】

アンテナ構造9Iは、前述のアレイアンテナ35Iを有している。各アレイアンテナ35Iは、下から上に順番に、間に樹脂層等を挟んで、低周波用パッチ36と、高周波用パッチ38と、インピーダンス調整用パッチ39とを有している。

低周波用パッチ36は、図18に示すように、平面視で正方形である。低周波用パッチ36は、低周波（例えば、28GHz）信号を放射するパッチである。

30

高周波用パッチ38は、高周波（例えば、38GHz）信号を放射するパッチである。高周波用パッチ38は、図17に示すように、平面視で正方形であり、低周波用パッチ36に平面視で重なる位置に設けられている。なお、高周波用パッチ38は、低周波用パッチ36に比べて面積が小さい。

【0070】

インピーダンス調整用パッチ39は、低周波用パッチ36及び高周波用パッチ38と平面視で重なる位置に設けられている。インピーダンス調整用パッチ39は、図19に示すように、第1パッチ41と、第2～第5パッチ42～45とを有している。

第1パッチ41は、平面視で正方形であり、基板3Iの上面に形成されている。第1パッチ41は、概ね、高周波用パッチ38に対応した位置及び面積である。第2～第5パッチ42～45は、基板3Iの上面に形成されており、第1パッチ41の四辺にそれぞれ近接して配置されており、平面視で長方形である。第2～第5パッチ42～45は、概ね、低周波用パッチ36の四辺部分に対応した位置及び面積である。

40

なお、アンテナ構造は、非接触給電を採用してもよいし、給電線路とアレイアンテナが接続されていてもよい。

低周波パッチと高周波パッチの形状や数、互いの位置関係は特に限定されない。例えば、両者は同じ面に並んで設けられてもよい。

【0071】

図20～図23を用いて、メタ・サーフェスの構成を説明する。図20は、メタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図である。図21は、メタ・サーフェ

50

スとアレイアンテナの対応関係を示す模式的平面図である。図 2 2 は、メタ・サーフェスの第 1 パターンの等価回路を含む模式的平面図である。図 2 3 は、メタ・サーフェスの第 2 パターンの等価回路を含む模式的平面図である。

図 2 0 に示すように、メタ・サーフェス 3 1 I (メタ・サーフェスの一例) は、バックカバー 1 I の低損失フィルム 3 3 I において、アレイアンテナ 3 5 I と平面視で対応する位置に形成されている。メタ・サーフェス 3 1 I は、導電性部材であり、本実施形態では銅からなる。なお、低損失フィルム 3 3 I は、例えば、シクロオレフィンポリマー (COP) 樹脂からなる。

【0072】

メタ・サーフェス 3 1 I は、アンテナ素子に高周波電力を入力する給電部とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する形状である。以下、メタ・サーフェス 3 1 I のパターンを具体的に説明する。

図 2 0 ~ 図 2 2 に示すように、メタ・サーフェス 3 1 I は、低周波用の第 1 パターン 5 1 を有している。第 1 パターン 5 1 は、濃灰色で示されており、平面視において、第 2 パッチ 4 2 に対応する第 1 メインパターン 5 1 A と、その両端に離れて設けられた一対の第 1 サブパターン 5 1 B とを有している。さらに、第 1 パターン 5 1 は、平面視において、第 4 パッチ 4 4 に対応する第 2 メインパターン 5 1 C と、その両端に離れて設けられた一対の第 2 サブパターン 5 1 D とを有している。

【0073】

第 1 メインパターン 5 1 A 及び第 2 メインパターン 5 1 C は、矩形の枠形状 (中がくり抜かれた形状) であり、平面視において第 2 パッチ 4 2 及び第 4 パッチ 4 4 をそれぞれ隙間を空けて囲むように配置されている。一対の第 1 サブパターン 5 1 B 及び一対の第 2 サブパターン 5 1 D も矩形の枠形状である。

【0074】

図 2 0 ~ 図 2 1 及び図 2 3 に示すように、メタ・サーフェス 3 1 I は、高周波用の第 2 パターン 5 2 を有している。第 2 パターン 5 2 は、薄灰色で示されており、平面視において、第 2 パッチ 4 2 に対応する第 3 メインパターン 5 2 A と、その両端に離れて設けられた一対の第 3 サブパターン 5 2 B とを有している。さらに、第 2 パターン 5 2 は、平面視において、第 4 パッチ 4 4 に対応する第 4 メインパターン 5 2 C と、その両端に離れて設けられた一対の第 4 サブパターン 5 2 D とを有している。

【0075】

第 3 メインパターン 5 2 A 及び第 4 メインパターン 5 2 C は、矩形のベタ形状 (中也塗りつぶされた形状) であり、第 2 パッチ 4 2 及び第 4 パッチ 4 4 それぞれに重なるように配置されている。一対の第 3 サブパターン 5 2 B 及び一対の第 4 サブパターン 5 2 D もベタ形状であり、第 2 パッチ 4 2 及び第 4 パッチ 4 4 の端部に一部が重なるように配置されている。

第 3 メインパターン 5 2 A と一対の第 3 サブパターン 5 2 B は、平面視において、第 1 パターン 5 1 の第 1 メインパターン 5 1 A の内側に隙間を空けて配置されている。

第 4 メインパターン 5 2 C と一対の第 4 サブパターン 5 2 D は、平面視において、第 1 パターン 5 1 の第 2 メインパターン 5 1 C の内側に隙間を空けて配置されている。

【0076】

図 2 2 及び図 2 3 に示す破線の矢印は、給電の方向であり、このようにして垂直の単一偏波のアンテナが実現されている。

【0077】

以上の配置により、第 1 パターン 5 1 によって、図 2 2 に示す等価回路が形成される。また、第 2 パターン 5 2 によって、図 2 3 に示す等価回路が形成される。

このような等価回路を用いて、インピーダンスマッチングが行われる。例えば、Smith Chart におけるインピーダンス位置を中心 (完全にマッチングされた位置) に持ってくることで、インピーダンスマッチングが行われる。具体的には、カバーあり且つメタ・サーフェス無しの参考例において、該当する周波数で Smith Chart のイン

10

20

30

40

50

ピーダンスの位置を円の中心に近づける。

【0078】

図24～図26を用いて、本実施形態の効果を説明する。図24は、低周波の電界分布を、カバーなし、カバーあり（メタ・サーフェスなし）、カバーあり（メタ・サーフェスあり）で比較したシミュレーション図である。図25は、高周波の電界分布を、カバーなし、カバーあり（メタ・サーフェスなし）、カバーあり（メタ・サーフェスあり）で比較したシミュレーション図である。図26は、本実施形態におけるリターンロス（反射損失）を示すシミュレーション図である。

【0079】

低周波（例えば28GHz）の場合、図24に示すように、左の図がカバーなしの電界分布であり、良好な結果が得られている。さらに、真ん中の図がカバーあり（メタ・サーフェスなし）の電界分布であり、不良な結果が得られている。そして、右の図がカバーあり（メタ・サーフェスあり）の電界分布であり、真ん中のカバーあり（メタ・サーフェスなし）に比べて良好な結果が得られている。なお、図において、例えば2000V/m以上の電界が発生している領域が破線で囲まれている。

10

高周波（例えば38GHz）の場合、図25に示すように、左の図がカバーなしの電界分布であり、良好な結果が得られている。さらに、真ん中の図がカバーあり（メタ・サーフェスなし）の電界分布であり、不良な結果が得られている。そして、右の図がカバーあり（メタ・サーフェスあり）の電界分布であり、真ん中のカバーあり（メタ・サーフェスなし）に比べて良好な結果が得られている。なお、図において、例えば2000V/m以上の電界が発生している領域が破線で囲まれている。

20

【0080】

さらに、本実施形態では、図26に示すように、低周波及び高周波の両方において、S11リターンロスが-7dB以下となる良好な結果が得られている。このことは、インピーダンス整合が適切に実現されていることを意味する。また、図示しないが、本実施形態では、28GHzでゲインが11.3dBiとなり、38GHzでゲインが8.94dBiとなり、例えばメタ・サーフェスなしのものに比べれば2dBiほど向上している。また、図示しないが、本実施形態では放射パターンの歪曲も少なくなっている。

【0081】

本実施形態の基本構造では、アンテナ構造9Iの上側にバックカバー1Iの絵柄層が配置されているので、減衰が発生し、そのためアンテナ放射特性が低下するおそれがある。

30

また、本実施形態の基本構造では、アンテナ構造9Iの上側にカバー部材5Iが配置されているので、これによっても減衰が発生する可能性がある。

そこで、本実施形態では、アレイアンテナ35Iの上側にメタ・サーフェス31Iを配置しカバー部材5Iによるアンテナ放射特性の低下を抑える。さらに、メタ・サーフェス31Iは、アンテナ素子に高周波電力を入力する給電部とアンテナ素子とのインピーダンスを整合させる等価回路を構成する。よって、アンテナ性能を向上させている。これにより、高指向性かつHigh Gainのアンテナが得られる。

【0082】

以上に述べたように、本実施形態では、バックカバー1Iはメタ・サーフェス31Iを有することによって、単独製品である意匠付きのバックカバーが実現されており、それはアレイアンテナ35Iが形成された基板3Iと組み合わせられて使用される。

40

【0083】

（1）第9実施形態の第1変形例

第9実施形態ではメタ・サーフェスの第1パターンと第2パターンは同じ面に形成されていたが、それらは異なる面に形成されていてもよい。

図27を用いて、そのような実施例を第9実施形態の第1変形例として説明する。図27は、第1変形例のメタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図である。

低損失フィルム54が、低損失フィルム33Iの下面に設けられている。低損失フィルム

50

54は例えば樹脂製である。低損失フィルム54の上面にはメタ・サーフェス31Iの第1パターン51が形成され、低損失フィルム54の下面にはメタ・サーフェス31Iの第2パターン52が形成されている。

【0084】

上記の構造では、第1パターン51と第2パターン52を積層方向に重ねて配置できる。したがって、メタ・サーフェスの設計自由度が高くなり、その結果アンテナ性能が向上する。

さらに、低損失フィルム54の数を複数にすれば、メタ・サーフェスの設計自由度がさらに高くなり、その結果アンテナ性能が向上する。

なお、図27の構成において、低損失フィルム33Iが省略されてもよい。その場合は、コーティング層が第1パターン51を保護するために設けられる。

【0085】

(2) 第9実施形態の第2変形例

メタ・サーフェスの形状は、アレイアンテナの形状や必要な特性によって様々な形状や配置が可能である。以下、第2～第5変形例において、メタ・サーフェスのパターンのバリエーションを説明する。

図28を用いて、第9実施形態の第2変形例を説明する。図28は、第2変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス31Jは、4つのアレイアンテナに対応するパターンとして、図上下方向に並んだ3つの矩形棒状パターンと、真ん中の矩形棒状パターンの図左右に配置されて矩形ベタパターン（図上下方向に長いメインパターンと、その図上下両側に配置された図上下方向に短い一対のサブパターン）とを有している。

なお、メタ・サーフェス31Jの図上下方向の中間に配置された矩形棒状パターンと、その両側に設けられた一対の矩形ベタパターンが、アレイアンテナに対応して設けられている。

【0086】

(3) 第9実施形態の第3変形例

図29を用いて、第9実施形態の第3変形例を説明する。図29は、第3変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス31Kは、1つのアレイアンテナに対応するパターンとして、第1矩形棒状パターンと、その外側に配置された第2矩形棒状パターンとを有している。

【0087】

(4) 第9実施形態の第4変形例

図30を用いて、第9実施形態の第4変形例を説明する。図30は、第4変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス31Lは、1つのアレイアンテナに対応するパターンとして、図上下方向に延びる一対の矩形ベタ状パターンを有している。各矩形ベタ状パターンは、互いに向き合う側に図左右方向に延びるスリットを有している。

【0088】

(5) 第9実施形態の第5変形例

図31を用いて、第9実施形態の第5変形例を説明する。図31は、第5変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス31Mは、1つのアレイアンテナに対応するパターンとして、図上下方向に延びる一対の矩形ベタ状パターンを有している。各矩形ベタ状パターンは、図上下方向両端において互いに近づく方に延びる突起を有している。さらに、各矩形ベタ状パターンは、図上側が開いたコの字又はC状のスリットを有している。

【0089】

10. 第10実施形態

第9実施形態ではアレイアンテナは単一偏波用であったが、多重偏波用のアレイアンテナにも本発明を適用できる。その場合、メタ・サーフェス31Nのパターン構造は、多重偏

10

20

30

40

50

波用のパターンを有している。

図32～図35を用いて、そのような実施例を第10実施形態として説明する。図32は、第10実施形態のメタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図である。図33は、メタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的平面図である。図34は、メタ・サーフェスの第1パターンの等価回路を含む模式的平面図である。図35は、メタ・サーフェスの第2パターンの等価回路を含む模式的平面図である。アンテナ構造9Nは、多重帯域（具体的には、デュアルバンド）対応であり、かつ、多重偏波用の5Gアンテナである。なお、以下の説明では、第9実施形態と同じ構成については説明を省略する。

【0090】

アレイアンテナ35Nは、第9実施形態と同じ形状であるが、45度傾けて配置されている。このようにアンテナパターンが45度傾けられて45度偏波を実現することにより、送受信の進行波が垂直・水平に固定されているアンテナパターンよりも、送受信確率が高くなる（以下、同じ）。

図32～図34に示すように、メタ・サーフェス31Nは、第1パターン61を有している。第1パターン61は、濃灰色で示されており、平面視において、第2パッチ42に対応する第1メインパターン61Aと、第3パッチ43に対応する第2メインパターン61Bと、第4パッチ44に対応する第3メインパターン61Cと、第5パッチ45に対応する第4メインパターン61Dとを有している。さらに、第1パターン61は、上記メインパターンの端同士の間位置に形成された第1～第4サブパターン61E～61Hを有している。

第1～第4メインパターン61A～61Dは、枠形状である。第1～第4サブパターン61E～61Hは枠形状である。

【0091】

図32～図33及び図35に示すように、メタ・サーフェス31Nは、第2パターン62を有している。第2パターン62は、薄灰色で示されており、平面視において、第2パッチ42に対応する第5メインパターン62Aと、第3パッチ43に対応する第6メインパターン62Bと、第4パッチ44に対応する第7メインパターン62Cと、第5パッチ45に対応する第8メインパターン62Dとを有している。さらに、第2パターン62は、第5メインパターン62Aの両端に設けられた一対の第5サブパターン62Eと、第6メインパターン62Bの両端に設けられた一対の第6サブパターン62Fと、第7メインパターン62Cの両端に設けられた一対の第7サブパターン62Gと、第8メインパターン62Dの両端に設けられた一対の第8サブパターン62Hとを有している。

【0092】

一対の第5サブパターン62Eは、第2パッチ42に対応しており、第5メインパターン62Aとともに、平面視で第1メインパターン61A内に配置されている。

一対の第7サブパターン62Gは、第4パッチ44に対応しており、第7メインパターン62Cとともに、平面視で第3メインパターン61C内に配置されている。

【0093】

一対の第6サブパターン62Fは、平面視で第3パッチ43の外側に配置されており、第1パターン61の第1サブパターン61E及び第2サブパターン61F内にそれぞれ配置されている。

一対の第8サブパターン62Hは、平面視で第5パッチ45の外側に配置されており、第1パターン61の第3サブパターン61G及び第4サブパターン61H内にそれぞれ配置されている。

【0094】

第5～第8メインパターン62A～62Dはベタ形状であり、第2～第5パッチ42～45それぞれに重なるように配置されている。一対の第5～第8サブパターン62E～62Hはベタ形状である。

図33～図35に示す破線の矢印は、給電の方向であり、このようにして二重偏波（垂直

10

20

30

40

50

偏波と水平偏波)のアンテナが実現されている。

【0095】

以上の配置により、第1パターン61によって、図34に示す等価回路が形成される。また、第2パターン62によって、図35に示す等価回路が形成される。

このような等価回路を用いて、インピーダンスマッチングが行われる。例えば、Smith Chartにおけるインピーダンス位置を中心(完全にマッチングされた位置)に持ってくることで、インピーダンスマッチングが行われる。具体的には、カバーあり且つメタ・サーフェス無しの参考例において該当する周波数でSmith Chartのインピーダンスの位置を円の中心に近づける。

【0096】

(1) 第10実施形態の第1変形例

第10実施形態ではメタ・サーフェスの第1パターンと第2パターンは同じ面に形成されていたが、それらは異なる面に形成されていてもよい。

図36を用いて、第10実施形態の第1変形例を説明する。図36は、第1変形例のメタ・サーフェスとアレイアンテナの対応関係を示す模式的断面図である。

低損失フィルム64は、低損失フィルム33Nの下面に設けられている。低損失フィルム64は例えば樹脂製である。低損失フィルム64の上面にはメタ・サーフェス31Nの第1パターン61が形成され、低損失フィルム64の下面にはメタ・サーフェス31Nの第2パターン62が形成されている。

【0097】

上記の構造では、第1パターン61と第2パターン62は積層方向に重ねることができる。したがって、メタ・サーフェスの設計自由度が高くなり、その結果アンテナ性能が向上する。

さらに、低損失フィルム64の数を複数にすれば、メタ・サーフェスの設計自由度がさらに高くなり、その結果アンテナ性能が向上する。

【0098】

(2) 第10実施形態の第2変形例

メタ・サーフェスの形状は、アレイアンテナの形状や必要な特性によって様々な形状や配置が可能である。以下、第2～第5変形例において、メタ・サーフェスのパターンのバリエーションを説明する。

図37を用いて、第10実施形態の第2変形例を説明する。図37は、第2変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス31Oは、第9実施形態の第2変形例と同様に、1つのアレイアンテナに対応するパターンとして、3つの矩形枠状パターンと、真ん中の矩形形状パターンの両側に配置された矩形ベタパターンとを有している。

ただし、メタ・サーフェス31Oは、第9実施形態の第2変形例の各パターンの配置を45度斜めにしている。

【0099】

さらに、図37に示すように、メタ・サーフェス31Oは、黒色の1層目とグレーの2層目を有している。1層目と2層目は対応するパターン同士が積層方向に並んでいるが、向きは90度ずれている。

メタ・サーフェス31Oの1層目と2層目は基材フィルムの各面にそれぞれ形成されている。変形例として、メタ・サーフェスの1層目を形成したフィルムと2層目を形成したフィルムを積層してもよい。

【0100】

(3) 第10実施形態の第3変形例

図38を用いて、第10実施形態の第3変形例を説明する。図38は、第3変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス31Pは、第9実施形態の第3変形例と同様に、1つのアレイアンテナに対応するパターンとして、第1矩形枠状パターンと、その外側に配置された第2矩形枠

10

20

30

40

50

状パターンとを有している。

ただし、メタ・サーフェス 3 1 P は、第 9 実施形態の第 2 変形例の各パターンの配置を 45 度斜めにしている。

【0101】

(4) 第 10 実施形態の第 4 変形例

図 39 を用いて、第 10 実施形態の第 4 変形例を説明する。図 39 は、第 4 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

メタ・サーフェス 3 1 Q は、第 9 実施形態の第 4 変形例と同様に、1 つのアレイアンテナに対応するパターンとして、図上下方向に延びる一対の矩形ベタ状パターンを有している。各矩形ベタ状パターンは、互いに向き合う側に図左右方向に延びるスリットを有している。

10

ただし、メタ・サーフェス 3 1 Q は、第 9 実施形態の第 4 変形例の各パターンの配置を 45 度斜めにしている。

【0102】

さらに、図 39 に示すように、メタ・サーフェス 3 1 Q は、黒色の 1 層目とグレーの 2 層目を有している。1 層目と 2 層目は対応するパターン同士が積層方向に並んでいるが、向きは 90 度ずれている。

【0103】

(5) 第 10 実施形態の第 5 変形例

図 40 を用いて、第 10 実施形態の第 5 変形例を説明する。図 40 は、第 5 変形例のメタ・サーフェスのパターンを示す模式的平面図である。

20

メタ・サーフェス 3 1 R は、第 9 実施形態と同様に、1 つのアレイアンテナに対応するパターンとして、図上下方向に延びる一対の矩形ベタ状パターンを有している。各矩形ベタ状パターンは、図上下方向両端において互いに近づく方に延びる突起を有している。さらに、各矩形ベタ状パターンは、図上側が開いたコの字又は C 状のスリットを有している。ただし、メタ・サーフェス 3 1 R は、第 9 実施形態の第 5 変形例の各パターンの配置を 45 度斜めにしている。

【0104】

さらに、図 40 に示すように、メタ・サーフェス 3 1 R は、黒色の 1 層目とグレーの 2 層目を有している。1 層目と 2 層目は対応するパターン同士が積層方向に並んでいるが、向きは 90 度ずれている。

30

【0105】

なお、メタ・サーフェスのパターンの角を直角形状とすると、寄生成分が発生して例えば余分な電流が流れるといった不具合が生じる場合がある。そこで、寄生成分低減のためにメタ・サーフェスのパターン（形状や幅、間隔等）を調整している。

【0106】

12. 他の実施形態

以上、本発明の複数の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態及び変形例は必要に応じて任意に組み合わせ可能である。

40

第 1 実施形態において、メタ・サーフェスが設けられた低損失フィルムはカバー層に固定されていてもよい。

第 1 実施形態において、金属蒸着層では、アンテナ構造に対応する位置にスリットが形成されていなくてもよい。

本実施形態に係るカバーは、スマートフォン等の電子機器だけでなく、アンテナ基地局のアンテナや中継器の筐体にも使用される。その場合、カバーは、筐体裏（バックカバー）ではなく表側の面に配置される。

【0107】

第 1 ～ 第 10 実施形態の全てにおいて、メタ・サーフェスのパターン形状は、透磁率 μ を負の値にでき、さらにインピーダンスマッチングが可能な等価回路を構成できるような形

50

状に変更可能である。そのような形状に変更することで、アンテナ性能が向上する。

【0108】

第9実施形態及び第10実施形態の変形例として、アンテナは三以上の周波数帯域に対応していてもよく、その場合もメタ・サーフェスは各周波数帯に対応するパターンを有するように設計される。また、メタ・サーフェスの各パターンは矩形以外に円やその他の形状でもよい。

【産業上の利用可能性】

【0109】

本発明は、アンテナ機能付きカバーに広く適用できる。

【符号の説明】

10

【0110】

1 : バックカバー

3 : 基板

5 : カバー部材

7 : 絵柄層

9 : アンテナ構造

11 : 粘着層

13 : PETフィルム

15 : 金属蒸着層

15a : スリット

20

17 : 第1意匠層

19 : 粘着層

21 : 第2意匠層

23 : ベースカラー層

25 : バックアップ層

31 : メタ・サーフェス

31a : 導電性部材

31b : 穴

33 : 低損失フィルム

35 : グラウンド電極

30

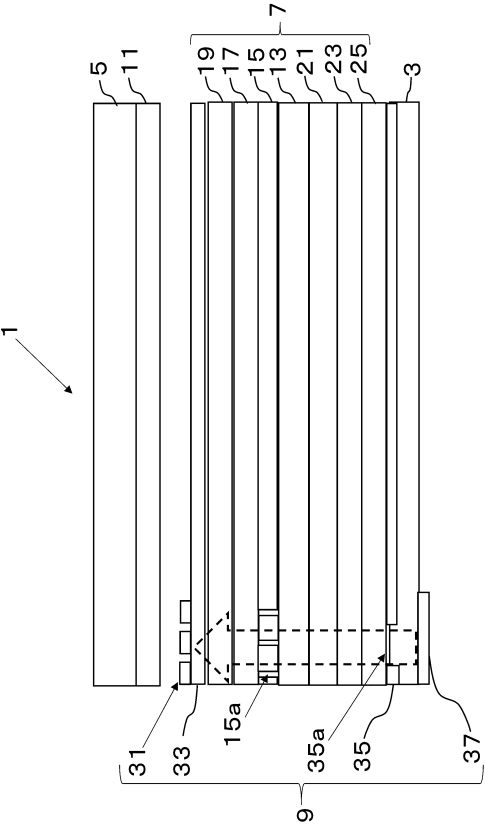
35a : 開口部

37 : 給電線路

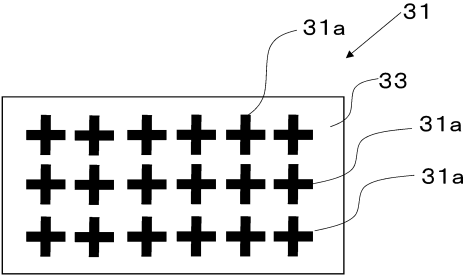
40

50

【図面】
【図 1】



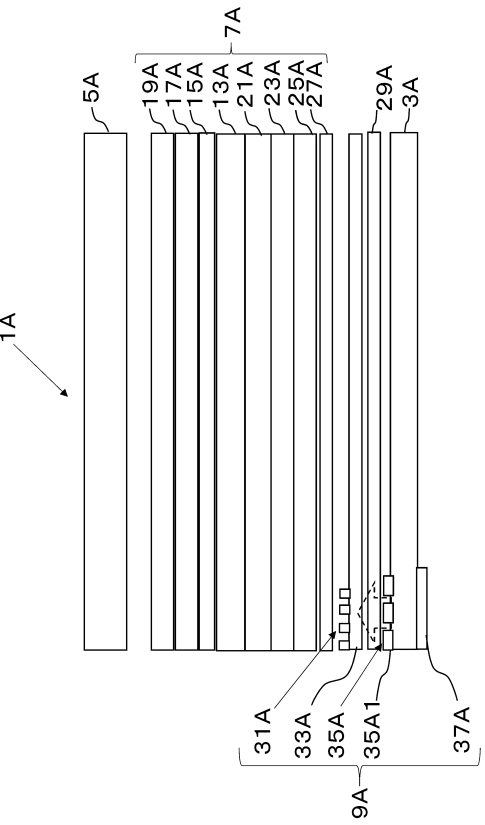
【図 2】



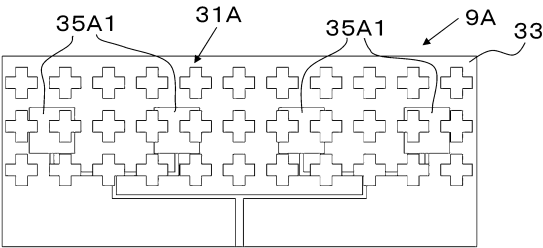
10

20

【図 3】



【図 4】

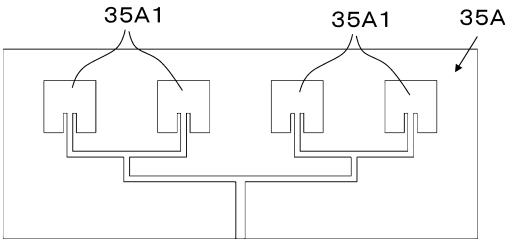


30

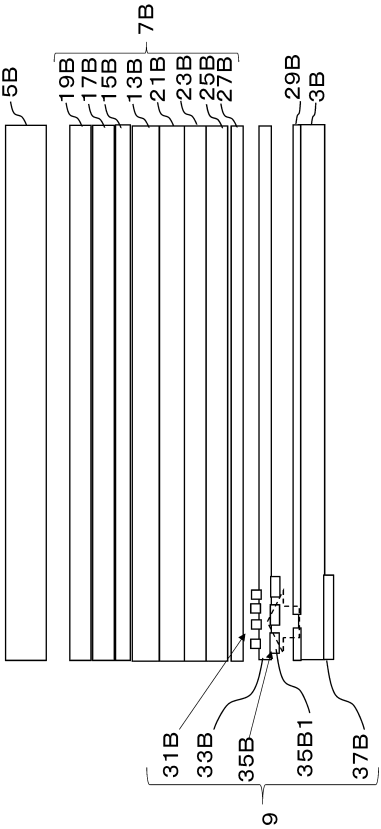
40

50

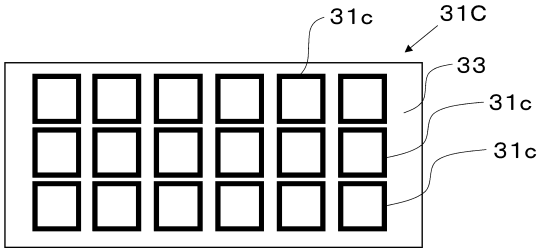
【図 5】



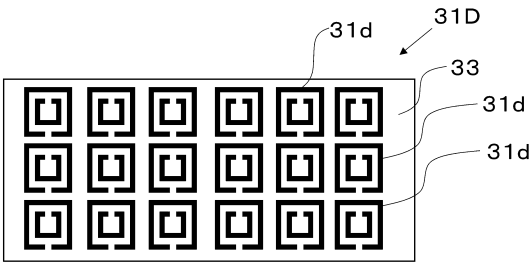
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

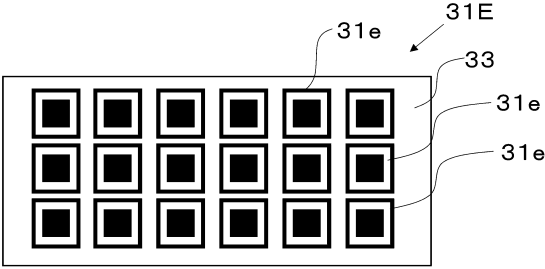
20

30

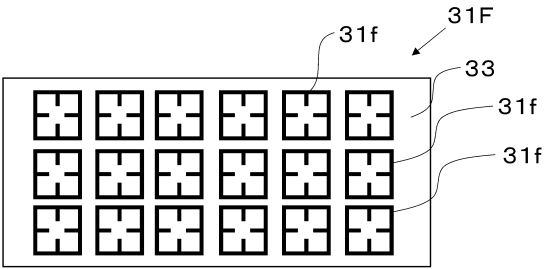
40

50

【図 9】

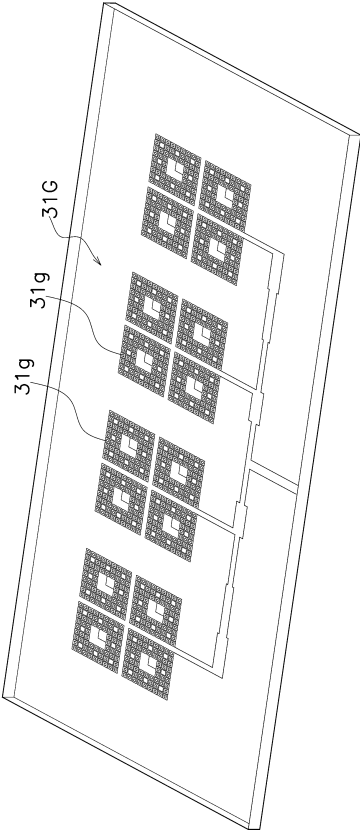


【図 10】

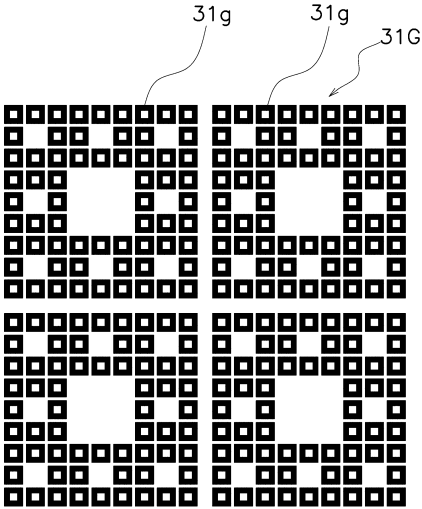


10

【図 11】



【図 12】



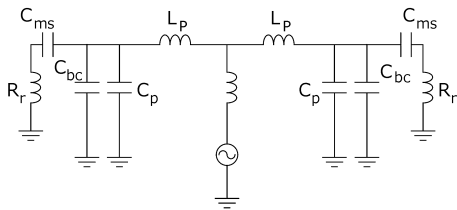
20

30

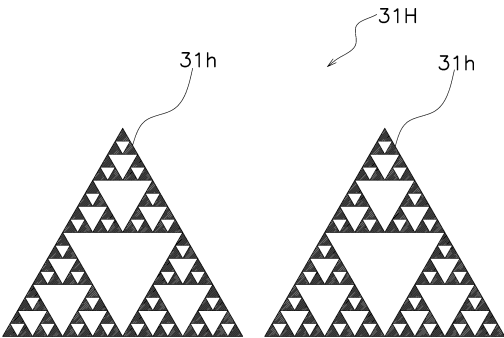
40

50

【図 1 3】

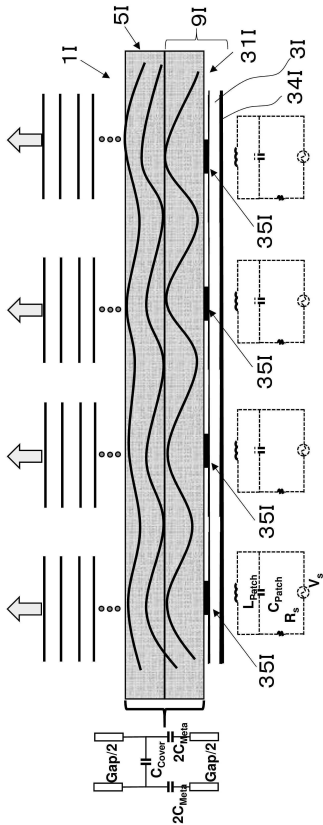


【図 1 4】

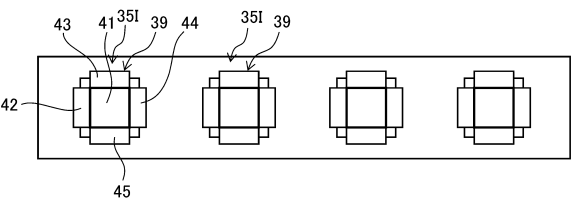


10

【図 1 5】



【図 1 6】



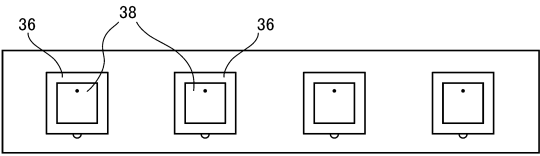
20

30

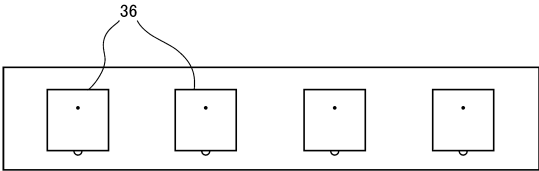
40

50

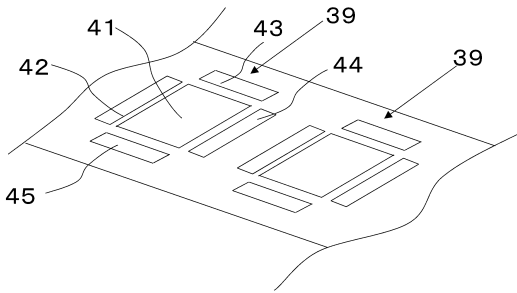
【図 1 7】



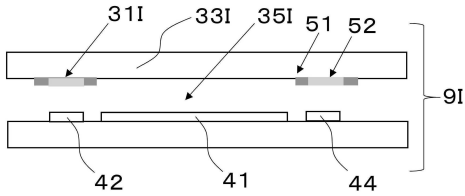
【図 1 8】



【図 1 9】



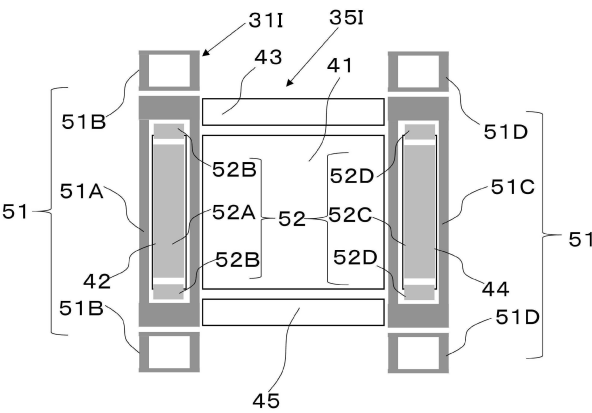
【図 2 0】



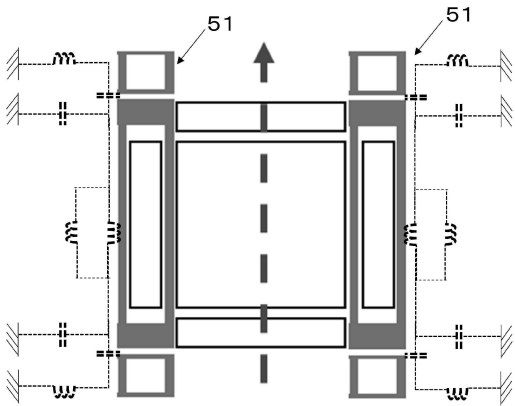
10

20

【図 2 1】



【図 2 2】

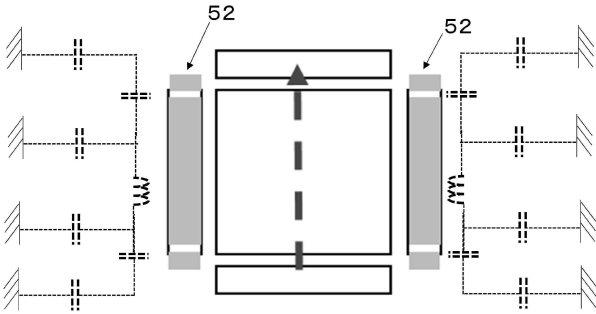


30

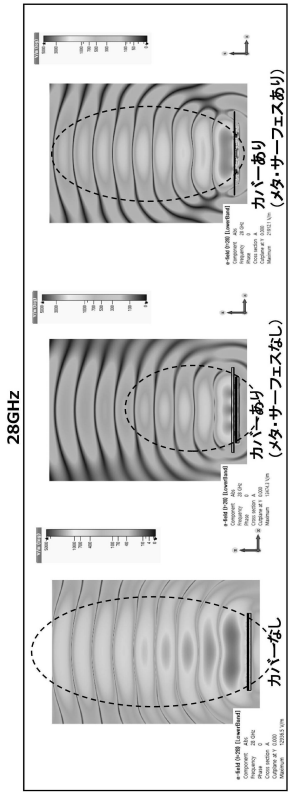
40

50

【図 2 3】



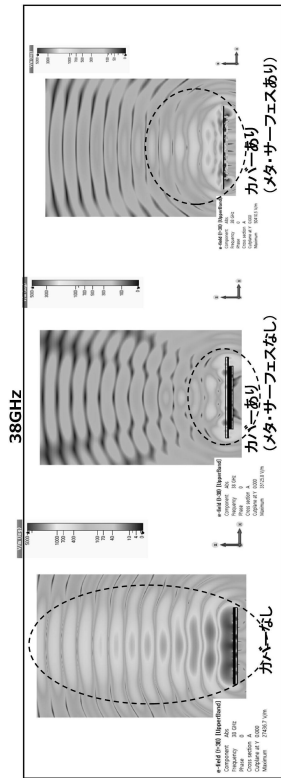
【図 2 4】



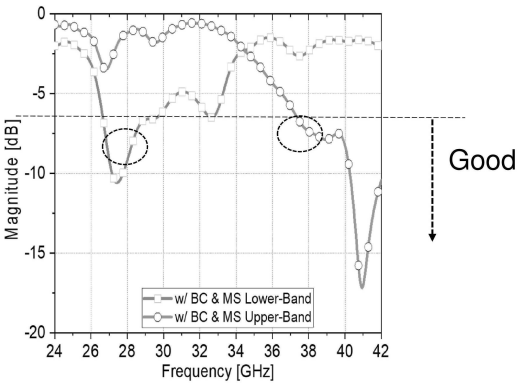
10

20

【図 2 5】



【図 2 6】

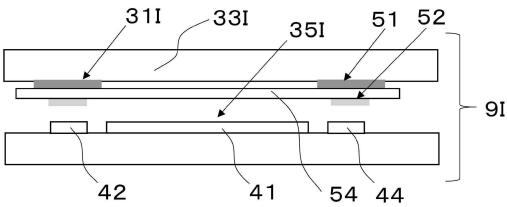


30

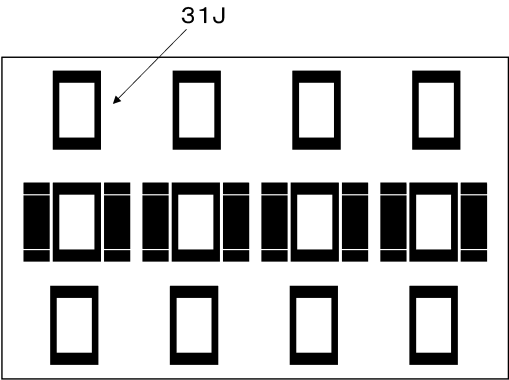
40

50

【図 2 7】

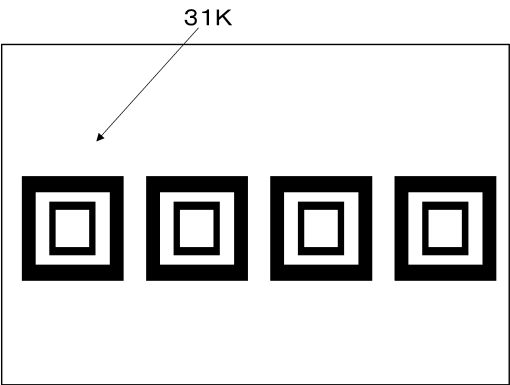


【図 2 8】



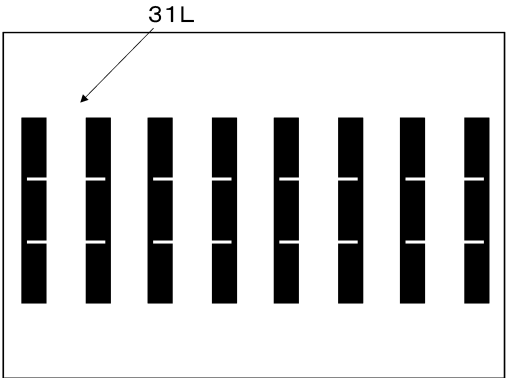
10

【図 2 9】



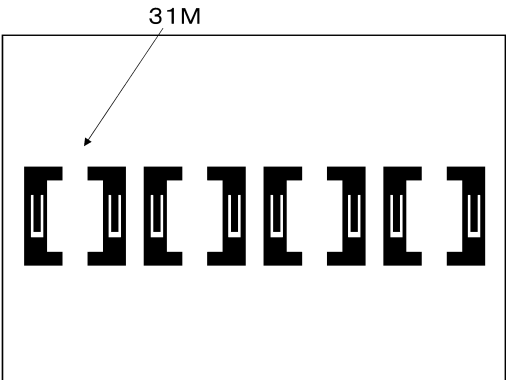
20

【図 3 0】



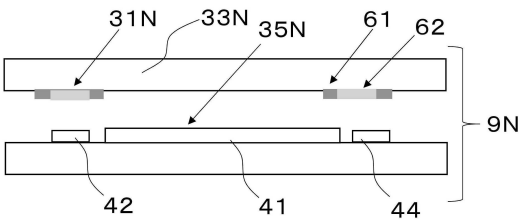
30

【図 3 1】



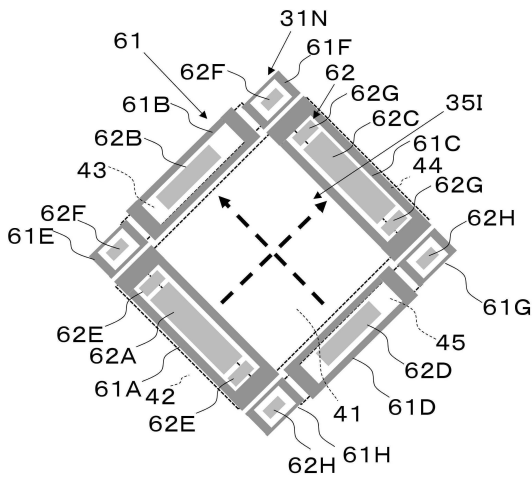
40

【図 3 2】

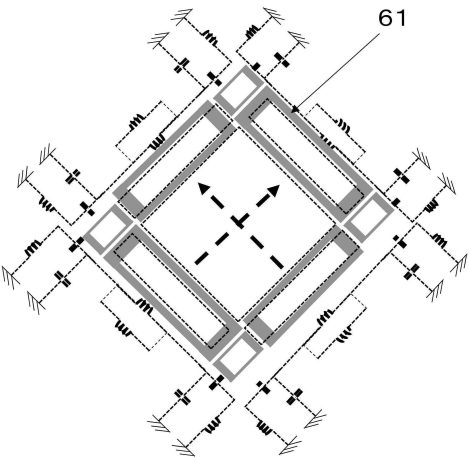


50

【図 3 3】

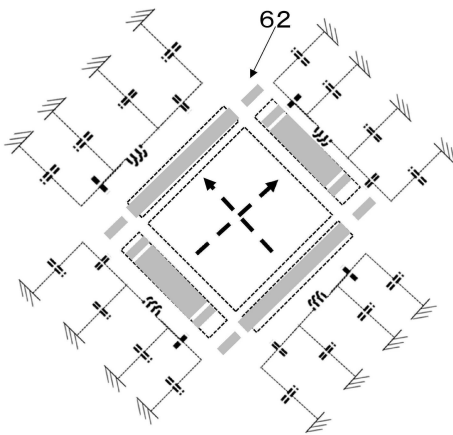


【図 3 4】

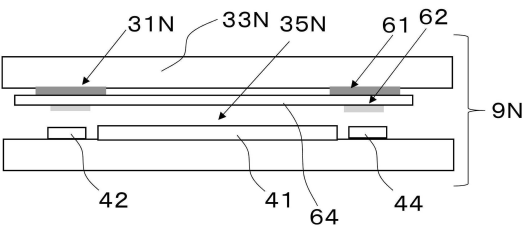


10

【図 3 5】



【図 3 6】



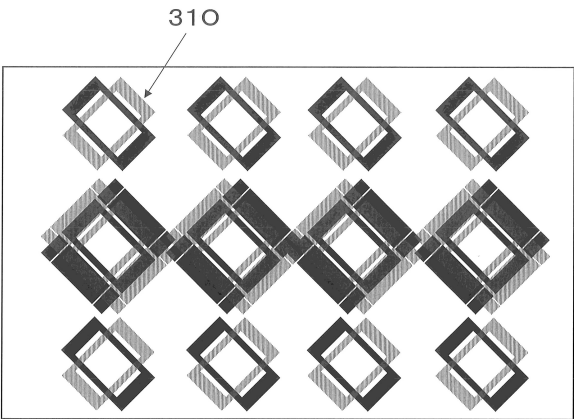
20

30

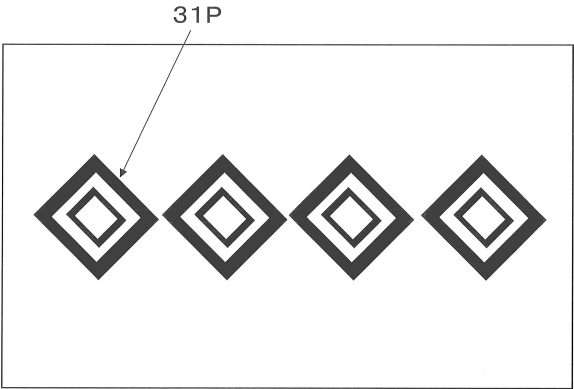
40

50

【図 3 7】

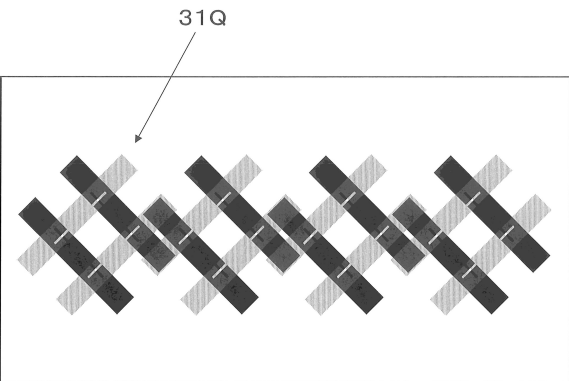


【図 3 8】

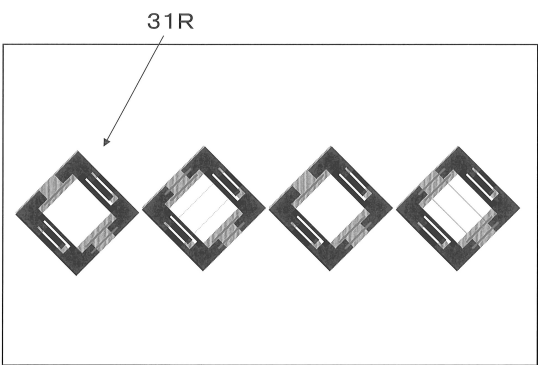


10

【図 3 9】



【図 4 0】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 面 了明
京都府京都市中京区壬生花井町3番地 N I S S H A株式会社内
- (72)発明者 坂田 喜博
京都府京都市中京区壬生花井町3番地 N I S S H A株式会社内
- (72)発明者 黒▲崎▼ 寿文
京都府京都市中京区壬生花井町3番地 N I S S H A株式会社内
- (72)発明者 森本 祥平
京都府京都市中京区壬生花井町3番地 N I S S H A株式会社内
- (72)発明者 姜 ▲勝▼澤
大韓民国ソウル特別市陽川区木洞西路340 アpartment930-508
- (72)発明者 李 昌炯
大韓民国慶▲尚▼北道蔚珍郡蔚珍邑▲郷▼校路46-7
- (72)発明者 徐 睿浚
大韓民国仁川廣域市延寿區アートセンター大路131 201-424
- (72)発明者 南宮 廣鈞
大韓民国仁川廣域市桂陽區▲郷▼校路11番ギール5-1 ビルディング1番 B02
- (72)発明者 全 文秀
大韓民国京畿道安山市檀園區石水路138
- 審査官 白井 亮
- (56)参考文献 特開2011-056683 (JP, A)
特開2014-060237 (JP, A)
特開2019-026508 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01Q 19/02
H01Q 1/42
H01Q 21/06
B32B 15/08
B32B 27/00