

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7142049号

(P7142049)

(45)発行日 令和4年9月26日(2022.9.26)

(24)登録日 令和4年9月14日(2022.9.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 Q 15/14 (2006.01)

H 0 1 Q 15/14

Z

H 0 1 Q 1/38 (2006.01)

H 0 1 Q 1/38

H 0 1 Q 1/40 (2006.01)

H 0 1 Q 1/40

請求項の数 6 (全20頁)

(21)出願番号 特願2020-44691(P2020-44691)
 (22)出願日 令和2年3月13日(2020.3.13)
 (65)公開番号 特開2021-145318(P2021-145318
 A)
 (43)公開日 令和3年9月24日(2021.9.24)
 審査請求日 令和4年5月26日(2022.5.26)
 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
 仁川大産学協同会
 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 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】 アンテナ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

人体又は導体に当接又は近接して使用されるアンテナ装置であって、
 アンテナと、
 前記アンテナに積層されて人体側に配置された層であって、低損失フィルムと、前記低
 損失フィルムに形成されたメタ・サーフェスとを有するメタ・サーフェス層と、
 を備え、
前記低損失フィルムは積層された第 1 層目低損失フィルム及び第 2 層目低損失フィルム
を含み、
前記メタ・サーフェスは、前記第 1 層目低損失フィルムに形成された複数の第 1 層目電
極からなる第 1 層目メタ・サーフェスと、前記第 2 層目低損失フィルムに形成された複数
の第 2 層目電極からなる第 2 層目メタ・サーフェスを含み、
前記複数の第 1 層目電極は、平面視において、少なくとも一部が前記複数の第 2 層目電
極と重ならないように配置され、
前記複数の第 2 層目電極は、平面視において、少なくとも一部が前記複数の第 1 層目電
極と重ならないように配置されている、アンテナ装置。

【請求項 2】

前記低損失フィルムの厚みは 1 5 0 μ m 以下である、
 請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】

10

20

前記メタ・サーフェスはフラクタル形状である、
請求項 1 又は請求項 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記複数の第 1 層目電極は、平面視において、前記複数の第 2 層目電極と全く重ならないように配置されている、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記複数の第 1 層目電極は、平面視において、前記複数の第 2 層目電極と一部が重なるように配置されている、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のアンテナ装置。

10

【請求項 6】

前記複数の第 2 層目電極の各々は、前記複数の第 1 層目電極の各々と同じ形状を有する、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンテナ装置、特に、人体又は他の導体の近傍で使用されるアンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、時計型、眼鏡型、指輪型、靴型、懐中型、ペンダント型など様々なタイプのウェアラブル・コンピュータが開発されている。

また、イヤホン、ヘッドホン等の人体に密着させて使用する電子機器もすでに使用されている。さらに、当然ながら、携帯電話、スマートフォン等の電子機器も、人体に密着又は近づけて使用される。

上記の電子機器には、通信を行うために様々な種類のアンテナが組み込まれている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2018 - 170679 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のアンテナ付き電子機器を人体（頭や手）に密着させて又は近傍で使用すると、次の問題が生じることを、本願の発明者は着目した。

その問題とは、アンテナから出た電波が人体で反射することで、アンテナの放射特性が歪曲されることである。この場合は、電波がアンテナから狙い方向に十分に放射されない。

【0005】

本発明の目的は、アンテナ装置において、人体又は他の導体からの反射を抑えることで、電波を狙い方向に十分に放射させることである。

40

【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。

【0007】

本発明の一見地に係るアンテナ装置は、人体又は導体に当接又は近接して使用されるアンテナ装置であって、アンテナと、メタ・サーフェス層とを備えている。

メタ・サーフェス層は、アンテナに積層されて人体側に配置される層である。メタ・サーフェス層は、低損失フィルムと、低損失フィルムに形成されたメタ・サーフェスとを有

50

する。

この装置では、メタ・サーフェス層はアンテナの人体側に配置されている。したがって、メタ・サーフェス層によって、人体側からの電磁波の反射を抑えてアンテナへの影響を減らせる。この結果、電波を狙い方向に十分に放射させられる。

この装置では、メタ・サーフェスは低損失フィルムに設けられている。この場合、薄い低損失フィルムを用いることで、小型アンテナ装置を実現できる。

【 0 0 0 8 】

低損失フィルムは積層された複数であってもよい。

メタ・サーフェスは、複数の低損失フィルムの各々に形成されていてもよい。

この装置では、多層の低損失フィルムにメタ・サーフェスを形成することで、薄い低損失フィルムでも、多段回路の構成によって多重反射を抑えるフィルタの等価回路を構成できる。したがって、インピーダンスマッチングが可能になる。

【 0 0 0 9 】

低損失フィルムの厚みは $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【 0 0 1 0 】

メタ・サーフェスはフラクタル形状であってもよい。

この装置では、メタ・サーフェスのフラクタルの次数を増やすことで、広帯域特を容易に実現できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明に係るアンテナ装置では、人体からの反射を抑えることで、電波を狙い方向に十分に放射させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係るアンテナ装置が組み込まれたワイヤレスイヤホンの模式的斜視図。

【 図 2 】 アンテナ装置の層構成を示す模式図。

【 図 3 】 アンテナフィルムの断面構成を示す模式図。

【 図 4 】 メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 5 】 アンテナ装置の等価回路図。

【 図 6 】 変形例におけるメタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 7 】 第 2 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図。

【 図 8 】 各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 9 】 第 3 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図。

【 図 1 0 】 各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 1 1 】 第 4 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図。

【 図 1 2 】 各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 1 3 】 第 5 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図。

【 図 1 4 】 メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 1 5 】 第 6 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図。

【 図 1 6 】 メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 1 7 】 グラウンドの平面構成を示す模式図。

【 図 1 8 】 第 7 実施形態における各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図。

【 図 1 9 】 変形例におけるメタ・サーフェスの模式的平面図。

【 図 2 0 】 第 8 実施形態におけるメタ・サーフェスの模式的平面図。

【 図 2 1 】 第 9 実施形態におけるメタ・サーフェスの模式的平面図。

10

20

30

40

50

【図 2 2】第 1 0 実施形態におけるメタ・サーフェスの模式的平面図。

【図 2 3】第 1 1 実施形態に係るアンテナ装置が組み込まれたスマートグラスの模式的斜視図。

【図 2 4】アンテナ装置の層構成を示す模式図。

【図 2 5】第 1 2 実施形態に係るアンテナ装置が組み込まれた持続血糖測定器の使用状態を示す図。持続血糖測定器の模式的斜視図。

【図 2 6】アンテナ装置の断面構成を示す模式図。

【図 2 7】アンテナ装置の模式的斜視図。

【図 2 8】アンテナ装置の模式的平面図。

【図 2 9】アンテナ装置の等価回路図。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

1. 第 1 実施形態

(1) 基本構成

図 1 を用いて、ワイヤレスイヤホン 1 を説明する。図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るアンテナ装置が組み込まれたワイヤレスイヤホンの模式的斜視図である。

ワイヤレスイヤホン 1 は、筐体内に組み込まれたアンテナ装置 3 等を有している。

【0014】

図 2 を用いて、アンテナ装置 3 を説明する。図 2 は、アンテナ装置の層構成を示す模式図である。

20

図 2 において、図下側が人体側である。アンテナ装置 3 は、例えば Bluetooth (登録商標) であって、図上側から下側に向かって、カバー層 9、接着層 11、メタ・サーフェス層 13 (メタ・サーフェス層の一例)、保護層 15 を有している。

メタ・サーフェス層 13 は、一又は複数の低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる (後述)。メタ・サーフェス層 13 の図上側面には、アンテナパターン 17 (アンテナの一例) が形成されている。メタ・サーフェス層 13 は、アンテナパターン 17 に対して人体側に配置される。以上に述べたメタ・サーフェス層 13 とアンテナパターン 17 とによって、アンテナフィルム 19 が構成されている。

カバー層 9 は、例えば、ポリカーボネートであり、厚みは 2 mm である。接着層 11 は、例えば、OCA であり、厚みは 25 μ m である。アンテナパターン 17 は、例えば、銅であり、厚みは 3 μ m である。

30

【0015】

(2) アンテナフィルムの詳細説明

図 3 を用いて、アンテナフィルム 19 を説明する。図 3 は、アンテナフィルムの断面構成を示す模式図である。

アンテナフィルム 19 は、図下側から、第 1 低損失フィルム 20 A、第 2 低損失フィルム 20 B、第 3 低損失フィルム 20 C を有している。これらフィルムは互いに積層されている。各低損失フィルムは、例えば、PET 又は COP であり、厚みは 50 ~ 150 μ m である。低損失フィルムは、低 $\tan \delta$ の材料 (低誘電損失材料) であればよく、特に限定されない。低損失フィルム全体の厚みは 150 μ m 以下であることが好ましい。

40

【0016】

アンテナパターン 17 は、第 3 低損失フィルム 20 C の上面に形成されている。

第 1 低損失フィルム 20 A の上面には、第 1 メタ・サーフェス 21 A の第 1 電極 21 A1 が形成されている。第 2 低損失フィルム 20 B の上面には、第 2 メタ・サーフェス 21 B の第 2 電極 21 B1 が形成されている。メタ・サーフェスは、例えば、銅であり、厚みは 3 μ m である。又はメタ・サーフェスは、可視光透明な導電膜で作成されていてもよい。具体的には、ITO (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。

なお、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

50

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負の屈折率を持つ特異な電磁界特性を得ることができる。

第1低損失フィルム20Aの下側面には、グラウンド29が形成されている。グラウンド29は、全面的に形成されたベタ層である。

【0017】

第1電極21A1は、互いに隙間を設けて、例えば格子状に配置される。当該隙間にキャパシタンス成分が生じる。また、第1電極21A1とグラウンド29との間にもキャパシタンス成分が生じる。また、第1電極21A1自体にはインダクタンス成分が生じる。

第2電極21B1も同様である。

【0018】

第1メタ・サーフェス21Aは、第1電極21A1とグラウンド29とを接続する第1スルーホール21A2を有している。

第2メタ・サーフェス21Bは、第2電極21B1とグラウンド29とを接続する第2スルーホール21B2を有している。

【0019】

第1スルーホール21A2は、それぞれ1つの第1電極21A1と対応しており、第2低損失フィルム20B、第1低損失フィルム20Aを貫通して、第1電極21A1とグラウンド29とを接続する。これにより、第1スルーホール21A2には、インダクタンス成分が生じる。

第2スルーホール21B2も同様である。

【0020】

図4を用いて、第1メタ・サーフェス及び第2メタ・サーフェスのパターン配置を説明する。図4は、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。

第1電極21A1と第2電極21B1は、正六角形形である。第1電極21A1と第2電極21B1は、一行ずつ交互に並んで配置されており、平面視で互いに重なっていない。なお、第1電極21A1に対応して第1スルーホール21A2が設けられ、第2電極21B1に対応して第2スルーホール21B2が設けられている。なお、電極の形状、配置位置は特に限定されない。例えば、電極は、一部が互いに重なっていてもよい。以上に述べた構造によって、EBG(Electromagnetic Band Gap)又はAMC(Artificial Magnetic Conductor)構造が実現されている。

上記のようにEBG構造を採用することで、放射効率を維持しながら、アンテナの厚み(例えば、アンテナフィルム19の厚み)を $\lambda/4$ 以下にできる。その理由は、対象とする周波数に合わせて周期構造をうまく作れば、EBG構造に入射する電磁波と反射する電磁波の位相が同相にできるからである。位相が同じであれば、厚みを $\lambda/4$ にしくなくても、EBG構造で反射した電磁波と、反射せずに空間に放射する電磁波が強め合うことになる。従って、放射効率をそのままに薄型化が図れる。

上記のように、第1メタ・サーフェス21A及び第2メタ・サーフェス21Bはそれぞれ第1低損失フィルム20A及び第2低損失フィルム20Bに設けられている。この場合、薄い低損失フィルムを用いることで、小型アンテナ装置を実現できる。

【0021】

図5を用いて、アンテナ装置の等価回路を説明する。図5は、アンテナ装置の等価回路図である。

第1電極21A1及び第2電極21B1と第1スルーホール21A2及び第2スルーホール21B2それぞれとの間には、インダクタンス成分 L_1 及び L_2 が生じる。また、第1電極21A1及び第2電極21B1とグラウンド29との間には、それぞれキャパシタンス成分 C_1 、 C_2 が生じる。さらに、第1電極21A1及び第2電極21B1とアンテナパターン17との間には、それぞれキャパシタンス成分 C_{g1} 、 C_{g2} が生じる。

【0022】

上記のように、第1電極21A1及び第2電極21B1を複数層の薄い第1低損失フィ

10

20

30

40

50

ルム 20A 及び第 2 低損失フィルム 20B それぞれに形成することで、薄いフィルムであっても、インダクタンスとキャパシタンスで構成するフィルタが周期的に続く等価回路 (EBG 構造) を構成できる。

この L と C で構成されたフィルタ特性を、周期構造の最小単位である電極の形状や寸法、繰り返し回数、複数のフィルムの厚みを、シミュレーションで調整することで、広帯域のインピーダンスマッチングが可能になり、反射係数 Γ を +1 にできる。

言い換えると、フィルタの等価回路の概念で表面のエネルギーを制御することができ、つまり、アンテナパターン 17 の人体側に配置されているメタ・サーフェスの多段階の構成によって多重反射を抑えることで、アンテナパターン 17 から人体へと放射されるエネルギーを減らし、その結果、人体からの電波の反射を軽減できる。この結果、アンテナパターン 17 への影響が減り、狙い方向に電波を十分に放射させられる。

【0023】

なお、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。また、導電性部材又は穴の形状は、特に限定されず、周期性のある配置ができれば様々な形状が可能である。

【0024】

図 6 を用いて、メタ・サーフェスの平面視形状の変形例を説明する。図 6 は、変形例におけるメタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。基本的な構成は前述の実施例と同じである。

第 3 電極 21C1 及び第 4 電極 21D1 は、第 1 実施形態の第 1 電極 21A1 及び第 2 電極 21B1 に対応しており、菱形である。第 3 電極 21C1 と第 4 電極 21D1 は、一行ずつ交互に並んで配置されており、平面視で互いに重なっていない。なお、第 3 電極 21C1 に対応して第 3 スルーホール 21C2 が設けられ、第 4 電極 21D1 に対応して第 4 スルーホール 21D2 が設けられている。

電極の形状、配置位置は特に限定されない。例えば、電極は、一部が互いに重なっていてもよい。

【0025】

2. 第 2 実施形態

第 1 実施形態では低損失フィルムの積層枚数は 3 枚であったが、それ以上であってもよい。

図 7 及び図 8 を用いて、そのような実施例として第 2 実施形態を説明する。図 7 は、第 2 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図である。図 8 は、各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。

アンテナ装置 3 は、例えば板状逆 F 型アンテナ (PIFA: Plate Inverted F Antenna) であり、メタ・サーフェス層 13 を有している。

【0026】

メタ・サーフェス層 13 は、複数の低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる (後述)。メタ・サーフェス層 13 の図上側面には、アンテナパターン 17 が形成されている。以上に述べたメタ・サーフェス層 13 とアンテナパターン 17 とによって、アンテナフィルム 19 が構成されている。

アンテナフィルム 19 は、図下側から、第 1 低損失フィルム 20A、第 2 低損失フィルム 20B、第 3 低損失フィルム 20C、第 4 低損失フィルム 20D を有している。これらフィルムは互いに積層されている。

【0027】

アンテナパターン 17 は、第 4 低損失フィルム 20D の上面に形成されている。

第 1 低損失フィルム 20A の上面には、第 1 メタ・サーフェス 21A の第 1 電極 21A1 が形成されている。第 2 低損失フィルム 20B の上面には、第 2 メタ・サーフェス 21B の第 2 電極 21B1 が形成されている。

第 1 低損失フィルム 20A の下側面には、グラウンド 29 が形成されている。

第 1 電極 21A1 は、互いに隙間を設けて、例えば格子状に配置される。第 2 電極 21

10

20

30

40

50

B 1 も同様である。

【 0 0 2 8 】

第 1 メタ・サーフェス 2 1 A は、第 1 電極 2 1 A 1 とグラウンド 2 9 とを接続する第 1 スルーホール 2 1 A 2 を有している。

第 2 メタ・サーフェス 2 1 B は、第 2 電極 2 1 B 1 とグラウンド 2 9 とを接続する第 2 スルーホール 2 1 B 2 を有している。

【 0 0 2 9 】

第 1 スルーホール 2 1 A 2 は、それぞれ 1 つの第 1 電極 2 1 A 1 と対応しており、第 2 低損失フィルム 2 0 B、第 1 低損失フィルム 2 0 A を貫通して、第 1 電極 2 1 A 1 とグラウンド 2 9 とを接続する。

第 2 スルーホール 2 1 B 2 も同様である。

【 0 0 3 0 】

3 . 第 3 実施形態

第 1 実施形態では低損失フィルムの積層枚数は 3 枚であったが、それ以上であってもよい。

図 9 及び図 1 0 を用いて、そのような実施例として第 3 実施形態を説明する。図 9 は、第 3 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図である。図 1 0 は、各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。

【 0 0 3 1 】

図 9 において、図下側が人体側である。アンテナ装置 3 は、例えば板状逆 F 型アンテナ (P I F A) であり、メタ・サーフェス層 1 3 を有している。

メタ・サーフェス層 1 3 は、複数の低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる (後述) 。メタ・サーフェス層 1 3 の図上側面には、アンテナパターン 1 7 が形成されている。以上に述べたメタ・サーフェス層 1 3 とアンテナパターン 1 7 とによって、アンテナフィルム 1 9 が構成されている。

【 0 0 3 2 】

図 9 において、アンテナフィルム 1 9 は、図下側から、第 1 低損失フィルム 2 0 A、第 2 低損失フィルム 2 0 B、第 3 低損失フィルム 2 0 C、第 4 低損失フィルム 2 0 D、第 5 低損失フィルム 2 0 E を有している。これらフィルムは互いに積層されている。

【 0 0 3 3 】

アンテナパターン 1 7 は、第 5 低損失フィルム 2 0 E の上面に形成されている。

第 2 低損失フィルム 2 0 B の上面には、第 1 メタ・サーフェス 2 1 A の第 1 電極 2 1 A 1 が形成されている。第 3 低損失フィルム 2 0 C の上面には、第 2 メタ・サーフェス 2 1 B の第 2 電極 2 1 B 1 が形成されている。

第 1 低損失フィルム 2 0 A の上面には、グラウンド 2 9 が形成されている。

第 1 低損失フィルム 2 0 A の下面には、第 3 電極 3 0 が形成されている。

第 1 電極 2 1 A 1 は、互いに隙間を設けて、例えば格子状に配置される。第 2 電極 2 1 B 1 も同様である。

【 0 0 3 4 】

第 1 メタ・サーフェス 2 1 A は、第 1 電極 2 1 A 1、グラウンド 2 9、第 3 電極 3 0 を接続する第 1 スルーホール 2 1 A 2 を有している。

第 2 メタ・サーフェス 2 1 B は、第 2 電極 2 1 B 1 とグラウンド 2 9 とを接続する第 2 スルーホール 2 1 B 2 を有している。

【 0 0 3 5 】

第 1 スルーホール 2 1 A 2 は、それぞれ 1 つの第 1 電極 2 1 A 1 及び第 3 電極 3 0 と対応しており、第 2 低損失フィルム 2 0 B、第 1 低損失フィルム 2 0 A を貫通している。

第 2 スルーホール 2 1 B 2 も同様である。

【 0 0 3 6 】

4 . 第 4 実施形態

第 1 ~ 第 3 実施形態ではメタ・サーフェスが形成された低損失フィルムの積層枚数は 2

10

20

30

40

50

枚であったが、それ以上であってもよい。

図 1 1 及び図 1 2 を用いて、そのような実施例として第 4 実施形態を説明する。図 1 1 は、第 4 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図である。図 1 2 は、各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。

【 0 0 3 7 】

図 1 1 において、図下側が人体側である。アンテナ装置 3 は、例えばダイポールアンテナであり、メタ・サーフェス層 1 3 を有している。

メタ・サーフェス層 1 3 は、複数の低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる（後述）。メタ・サーフェス層 1 3 の図上側面には、アンテナパターン 1 7 が形成されている。以上に述べたメタ・サーフェス層 1 3 とアンテナパターン 1 7 とによって、アンテナフィルム 1 9 が構成されている。

10

図 1 1 において、アンテナフィルム 1 9 は、図下側から、第 1 低損失フィルム 2 0 A、第 2 低損失フィルム 2 0 B、第 3 低損失フィルム 2 0 C、第 4 低損失フィルム 2 0 D を有している。これらフィルムは互いに積層されている。

【 0 0 3 8 】

アンテナパターン 1 7 は、第 4 低損失フィルム 2 0 D の上面に形成されている。

第 1 低損失フィルム 2 0 A の上面には、第 1 メタ・サーフェス 2 1 A の第 1 電極 2 1 A 1 が形成されている。第 2 低損失フィルム 2 0 B の上面には、第 2 メタ・サーフェス 2 1 B の第 2 電極 2 1 B 1 が形成されている。第 3 低損失フィルム 2 0 C の上面には、第 3 メタ・サーフェス 2 1 C の第 3 電極 2 1 C 1 が形成されている。

20

第 1 低損失フィルム 2 0 A の下側面には、グラウンド 2 9 が形成されている。

第 1 電極 2 1 A 1 は、互いに隙間を設けて、格子状に配置される。第 2 電極 2 1 B 1 及び第 3 電極 2 1 C 1 も同様である。

【 0 0 3 9 】

第 1 メタ・サーフェス 2 1 A は、第 1 電極 2 1 A 1 とグラウンド 2 9 とを接続する第 1 スルーホール 2 1 A 2 を有している。

第 2 メタ・サーフェス 2 1 B は、第 2 電極 2 1 B 1 とグラウンド 2 9 とを接続する第 2 スルーホール 2 1 B 2 を有している。

第 3 メタ・サーフェス 2 1 C は、第 3 電極 2 1 C 1 とグラウンド 2 9 とを接続する第 3 スルーホール 2 1 C 2 を有している。

30

【 0 0 4 0 】

第 1 スルーホール 2 1 A 2 は、それぞれ 1 つの第 1 電極 2 1 A 1 と対応しており、第 1 低損失フィルム 2 0 A を貫通して、第 1 電極 2 1 A 1 とグラウンド 2 9 とを接続する。

第 2 スルーホール 2 1 B 2 及び第 3 スルーホール 2 1 C 2 も同様である。

【 0 0 4 1 】

5 . 第 5 実施形態

第 1 ~ 第 4 実施形態ではメタ・サーフェスの電極とグラウンドはスルーホールを介して接続されていたが、電極の面積を広くしたり層同士の間隔を短くしたりすることで、当該電極のスルーホールを省略してもよい。

図 1 3 及び図 1 4 を用いて、そのような実施例として第 5 実施形態を説明する。図 1 3 は、第 5 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図である。図 1 4 は、各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。

40

アンテナ装置 3 は、例えば板状逆 F 型アンテナ (P I F A : P l a t e I n v e r t e d F A n t e n n a) であり、メタ・サーフェス層 1 3 A を有している。

【 0 0 4 2 】

メタ・サーフェス層 1 3 A は、低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる（後述）。メタ・サーフェス層 1 3 A の図上側面には、アンテナパターン 1 7 A が形成されている。以上に述べたメタ・サーフェス層 1 3 A とアンテナパターン 1 7 A とによって、アンテナフィルム 1 9 A が構成されている。

アンテナフィルム 1 9 A は、図下側から、第 1 低損失フィルム 2 2 A、第 2 低損失フィ

50

ルム 2 2 B、第 3 低損失フィルム 2 2 C を有している。これらフィルムは互いに積層されている。

【 0 0 4 3 】

アンテナパターン 1 7 A は、第 3 低損失フィルム 2 2 C の上面に形成されている。

第 2 低損失フィルム 2 0 B の下には、メタ・サーフェスの電極 1 3 A 1 が形成されている。電極 1 3 A 1 は、例えば、図 1 4 に示すように、一方向に並んで伸びる一対の電極の組み合わせを有している。さらに具体的には、電極 1 3 A 1 の一対の電極は、互いに向かって伸びる三角形の突起を有しており、一対の電極間にジグザグ状（ノコギリ歯状）の電極が形成されていない部分を確保している。

第 1 低損失フィルム 2 2 A の下側面には、グラウンド 2 9 A が形成されている。以上より、メタ・サーフェスの電極 1 3 A 1 とグラウンド 2 9 A との間に配置されているのは、第 1 低損失フィルム 2 2 A だけである。

【 0 0 4 4 】

この実施形態では、電極とグラウンドとを接続するスルーホールは形成されていない。しかし、例えば、上記の電極の広い形状、電極とグラウンドの距離が短いこと等のうち一又は複数の特徴によって、アンテナ性能は維持されている。

【 0 0 4 5 】

6 . 第 6 実施形態

スルーホールのないメタ・サーフェスを用いた他の実施形態を説明する。

図 1 5 ~ 図 1 7 を用いて、そのような実施例として第 6 実施形態を説明する。図 1 5 は、第 6 実施形態のアンテナ装置の断面構成を示す模式図である。図 1 6 は、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図である。図 1 7 は、グラウンドの平面構成を示す模式的平面図である

【 0 0 4 6 】

図 1 5 において、図下側が人体側である。アンテナ装置 3 は、メタ・サーフェス層 1 3 を有している。

メタ・サーフェス層 1 3 は、複数の低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる（後述）。メタ・サーフェス層 1 3 の図上側面には、アンテナパターン 1 7 が形成されている。以上に述べたメタ・サーフェス層 1 3 とアンテナパターン 1 7 とによって、アンテナフィルム 1 9 が構成されている。

図 1 5 において、アンテナフィルム 1 9 は、図下側から、第 1 低損失フィルム 2 0 A、第 2 低損失フィルム 2 0 B を有している。これらフィルムは互いに積層されている。

【 0 0 4 7 】

アンテナパターン 1 7 は、第 2 低損失フィルム 2 0 B の上面に形成されている。

第 1 低損失フィルム 2 0 A の上面には、第 1 メタ・サーフェス 2 1 A が形成されている。第 1 メタ・サーフェス 2 1 A は、図 1 6 に示すように、相補的スプリットリング共振器（CSR: Complementary Split Ring Resonator）であり、スプリットリング形状の切り欠き 3 1 を有している。

【 0 0 4 8 】

第 1 低損失フィルム 2 0 A の下側には、グラウンド 2 9 B が形成されている。

グラウンド 2 9 B は、図 1 7 に示すように、第 1 メタ・サーフェス 2 1 A に対応した切り欠き 3 3 が形成されたグラウンド欠陥構造（DGS: Defected Ground Structure）となっている。切り欠き 3 3 は、H 字形状である。

以上より、スルーホールなしのアンテナフィルム 1 9 が実現されている。

さらに、以上より、メタ・サーフェスは一層であるが、第 1 実施形態と同じような多段の等価回路を実現できる。

【 0 0 4 9 】

7 . 第 7 実施形態

図 1 8 及び図 1 9 を用いて、第 7 実施形態を説明する。図 1 8 は、第 7 実施形態における各低損失フィルムにおけるアンテナ、メタ・サーフェスの平面位置を示す模式的平面図

10

20

30

40

50

である。図 19 は、変形例におけるメタ・サーフェスの模式的平面図である。

第 7 実施形態の層構成は第 5 実施形態と同じである。つまり、メタ・サーフェスは一層である。

【0050】

アンテナパターン 17A は、一方向に延びる直線状である。アンテナパターン 17A の給電は全体の真ん中位置で行われる。

第 1 メタ・サーフェス 21A の第 1 電極 21A1 は、平面視 H 字形状である。

以上のようにして、小型人工磁気壁 (AMC: Artificial Magnetic Conductor) が実現されている。したがって、反射係数 $= +1$ 特性を通じて、放射効率およびインピーダンス整合の維持ができる。その結果、人体影響を最小化できる。

【0051】

図 19 に示す変形例では、アンテナパターン 17B は、コプレーナ導波 (CPW: Co-Planar Wave-line) 路構造であり、アンテナ給電は CPW の下端で給電される。

【0052】

8. 第 8 実施形態

図 20 を用いて、第 8 実施形態を説明する。図 20 は、第 8 実施形態におけるメタ・サーフェスの模式的平面図である。

この実施形態では、メタ・サーフェス 21 の電極 41 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 21 の電極 41 は、自己相似的な多数の四角形からなる形状である。なお、電極 41 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。

【0053】

上記のようにメタ・サーフェスの電極がフラクタル形状を採用しているので、広帯域・小型化が容易である。特に、フラクタルの次数が増えれば増えるほど、広帯域特性が得られる。

従来であれば、メタ・サーフェスにおいて製造上の問題からスルーホールを省略することが検討されていた。しかし、その場合、同じ性能を確保するためには、メタ・サーフェス及び全体の面積が広くなる問題があった。

本実施形態のようにメタ・サーフェスの電極をフラクタル形状にすると、いろいろな等価回路を作れるので、性能を維持しつつ、全体を小型化できる。これにより、スルーホールを省略することができる。

この実施形態では、メタ・サーフェスは一層であるが、多層でもよい。多層の場合にも、スルーホールはあってもよいし、省略も可能である。

【0054】

9. 第 9 実施形態

図 21 を用いて、第 9 実施形態を説明する。図 21 は、第 9 実施形態におけるメタ・サーフェスの模式的平面図である。

この実施形態では、メタ・サーフェス 21 の電極 41A は、フラクタル形状である。具体的には、電極 41A は、自己相似的な多数の四角形からなる形状である。電極 41A は電極 41 に比べてフラクタルの次数が多い例である。

【0055】

10. 第 10 実施形態

図 22 を用いて、第 10 実施形態を説明する。図 22 は、第 10 実施形態におけるメタ・サーフェスの模式的平面図である。

この実施形態では、メタ・サーフェス 21 の電極 41B は、フラクタル形状である。具体的には、電極 41B は、自己相似的な無数の三角形からなる図形である。なお、電極 41B 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。

【 0 0 5 6 】

1 1 . 第 1 1 実施形態

図 2 3 及び図 2 4 を用いて、第 1 1 実施形態を説明する。図 2 3 は、第 1 1 実施形態に係るアンテナ装置が組み込まれたスマートグラスの模式的斜視図である。図 2 4 は、アンテナ装置の層構成を示す模式図である。

図 2 3 に示すように、スマートグラス 8 1 は、アンテナ装置 8 3 を内蔵している。

図 2 4 において、図下側が人体側である。アンテナ装置 8 3 は、例えば Bluetooth (登録商標) であって、図上側から下側に向かって、第 1 カバー層 1 2 3、GND 1 2 5、絶縁基板 1 2 7、両面粘着テープ 1 2 9、メタ・サーフェス層 1 1 3 (メタ・サーフェス層の一例)、第 2 カバー層 1 3 1 を有している。

10

【 0 0 5 7 】

メタ・サーフェス層 1 1 3 は、一又は複数の低損失フィルムとメタ・サーフェスとからなる(後述)。メタ・サーフェス層 1 1 3 の図下側面には、アンテナパターン 1 1 7 が形成されている。メタ・サーフェス層 1 1 3 は、アンテナパターン 1 1 7 に対して人体側に配置される。以上に述べたメタ・サーフェス層 1 1 3 とアンテナパターン 1 1 7 とによって、アンテナフィルム 1 1 9 が構成されている。

メタ・サーフェス層 1 1 3 の構成は、第 1 ~ 第 1 0 実施形態のメタ・サーフェス層と同じである。

【 0 0 5 8 】

1 2 . 第 1 2 実施形態

図 2 5 ~ 図 2 9 を用いて、第 1 2 実施形態を説明する。図 2 5 は、第 1 2 実施形態に係るアンテナ装置が組み込まれた持続血糖測定器の模式的斜視図である。図 2 6 は、アンテナ装置の断面構成を示す模式図である。図 2 7 は、アンテナ装置の模式的斜視図である。図 2 8 は、アンテナ装置の模式的平面図である。図 2 9 は、アンテナ装置の等価回路図である。

20

【 0 0 5 9 】

持続血糖測定器 (GMC: Continuous Glucose Monitoring) 2 0 1 は人の腕に装着され、測定結果は例えば表示装置 (図示せず) に表示される。

図 2 5 に示すように、GMC 2 0 1 は、アンテナ装置 2 0 3 を有している。

アンテナ装置 2 0 3 は、例えばダイポールアンテナであり、図 2 6 に示すように、アンテナフィルム 2 0 5 を有している。アンテナフィルム 2 0 5 は、図下から上に向かって、第 1 低損失フィルム 2 0 7、第 2 低損失フィルム 2 0 9、第 3 低損失フィルム 2 1 1 を有している。これらフィルムは互いに積層されている。

30

【 0 0 6 0 】

アンテナフィルム 2 0 5 は、第 1 低損失フィルム 2 0 7 の下面に形成されたグラウンド 2 2 1 を有している。

アンテナフィルム 2 0 5 は、第 1 低損失フィルム 2 0 7 の上面に形成された第 1 導体パターン 2 1 3 を有している。第 1 導体パターン 2 1 3 は平面視円形である。第 1 導体パターン 2 1 3 からグラウンド 2 2 1 に第 1 スルーホール 2 1 5 が延びている。第 1 スルーホール 2 1 5 は、アンテナ給電部を構成している。

40

【 0 0 6 1 】

アンテナフィルム 2 0 5 は、第 2 低損失フィルム 2 0 9 の上面に形成された第 2 導体パターン 2 1 7 を有している。第 2 導体パターン 2 1 7 は、平面視円形である。第 2 導体パターン 2 1 7 は、第 1 導体パターン 2 1 3 より大面積であり、第 1 導体パターン 2 1 3 を平面視で覆っている。

第 2 導体パターン 2 1 7 からグラウンド 2 2 1 に複数の第 2 スルーホール 2 1 9 が延びている。第 2 スルーホール 2 1 9 は、第 1 導体パターン 2 1 3 の周囲に配置されている。

第 1 導体パターン 2 1 3 と第 2 導体パターン 2 1 7 との間には、キャパシタンス成分 C_L が生じる。第 2 導体パターン 2 1 7 とグラウンド 2 2 1 との間には、キャパシタンス成分 C_R が生じる。第 2 導体パターン 2 1 7 にはインダクタンス成分 L_R が生じる。第 2 ス

50

ルーホール 219 には、インダクタンス成分 L_L が生じる。

【0062】

この実施形態では、図 27 及び図 28 に示すように、第 2 スルーホール 219 は 4 本であり、円周方向に等間隔で、つまり周期性を持って配置されている。

以上の構成により、図 29 に示すように、右手左手系複合線路 (CRLH: Composite Right- / Left- Handed Transmission Line) 特性を実現する等価回路が形成されている。

以上の構成により、ゼロ次共振器 (ZOR: Zero Order Resonance) 特性によって、人体および周辺環境でも第 2 スルーホール 219 に電流が流れ、ダイポールアンテナの電流が全体的に多く流れるようにする。この結果、アンテナフィルム 205 は、広帯域のアンテナとして機能する。

10

第 2 スルーホールの本数は限定されない。

【0063】

13. 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。

【産業上の利用可能性】

【0064】

本発明は、人体又は他の導体の近傍で使用されるアンテナ装置に広く適用できる。

20

【符号の説明】

【0065】

- 1 : ワイヤレスイヤホン
- 3 : アンテナ装置
- 9 : カバー層
- 11 : 接着層
- 13 : メタ・サーフェス層
- 19 : アンテナフィルム
- 20A : 第 1 低損失フィルム
- 20B : 第 2 低損失フィルム
- 21A : 第 1 メタ・サーフェス
- 21A1 : 第 1 電極
- 21A2 : 第 1 スルーホール
- 21B : 第 2 メタ・サーフェス
- 21B1 : 第 2 電極
- 21B2 : 第 2 スルーホール

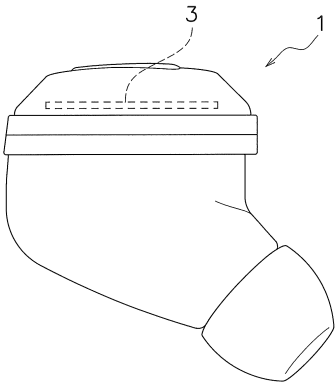
30

40

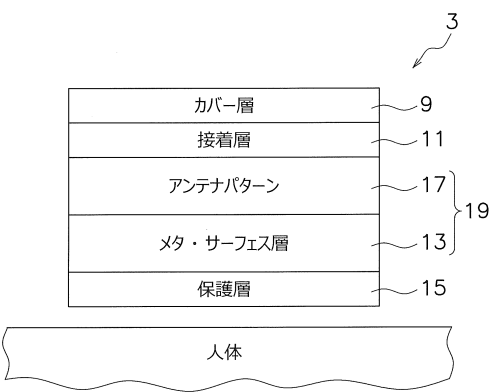
50

【図面】

【図 1】

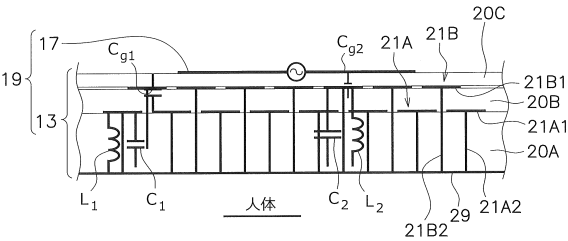


【図 2】

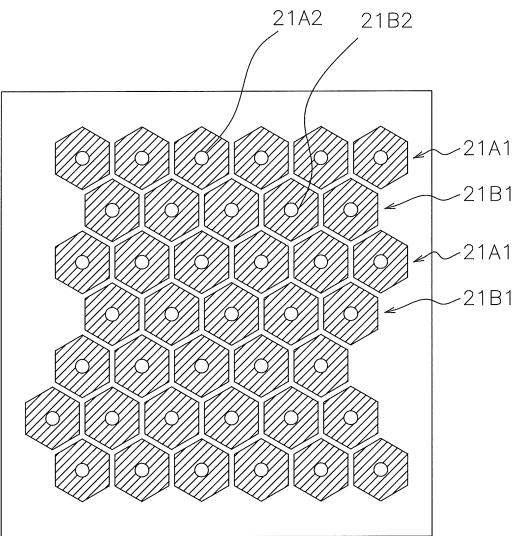


10

【図 3】



【図 4】



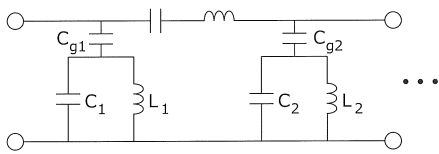
20

30

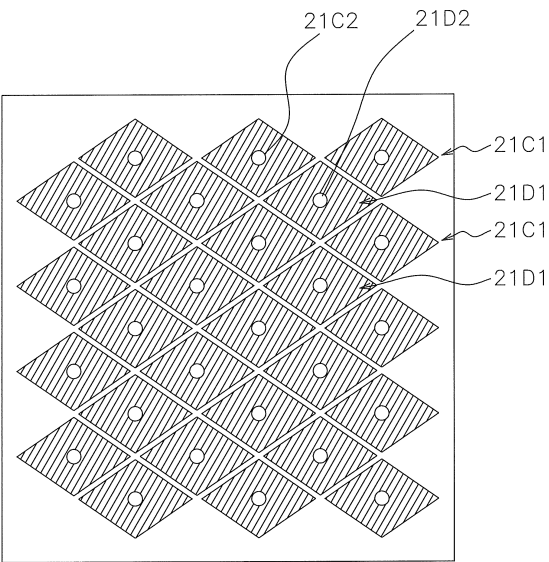
40

50

【図 5】

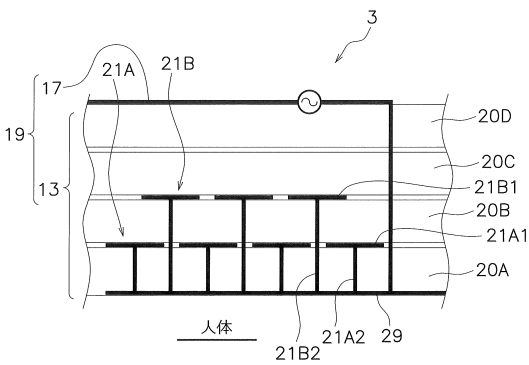


【図 6】

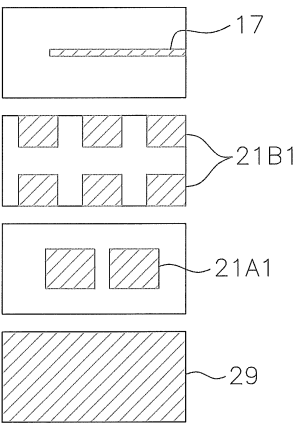


10

【図 7】



【図 8】



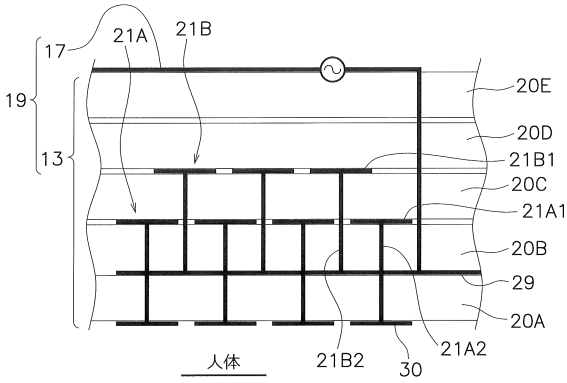
20

30

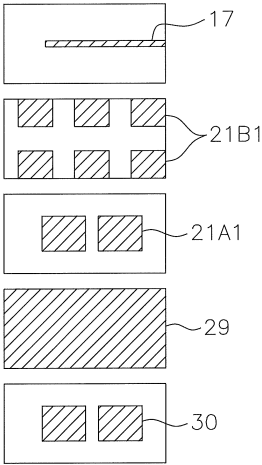
40

50

【図 9】

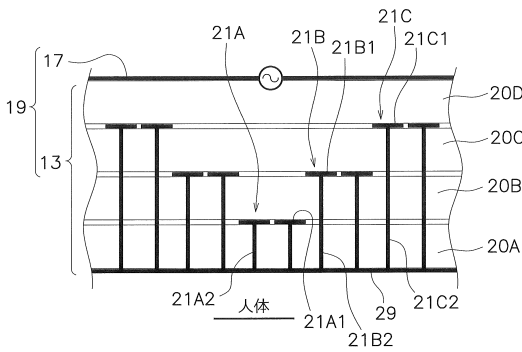


【図 10】

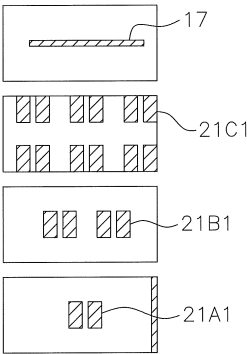


10

【図 11】



【図 12】



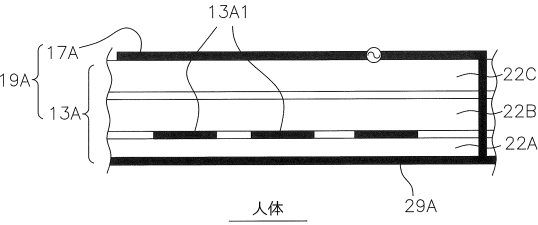
20

30

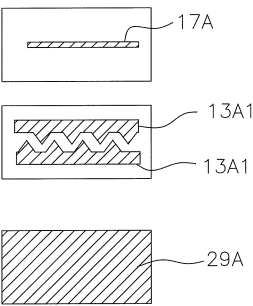
40

50

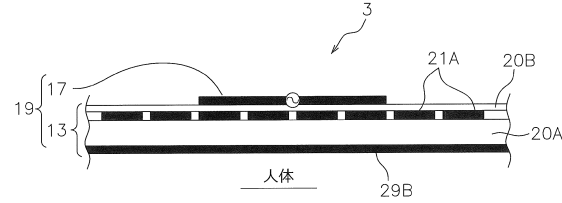
【図 1 3】



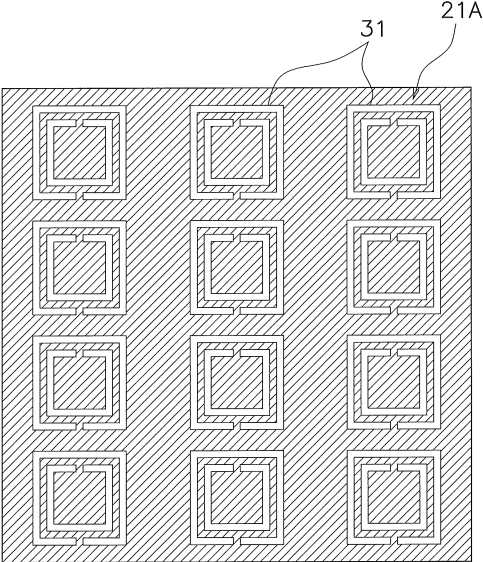
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

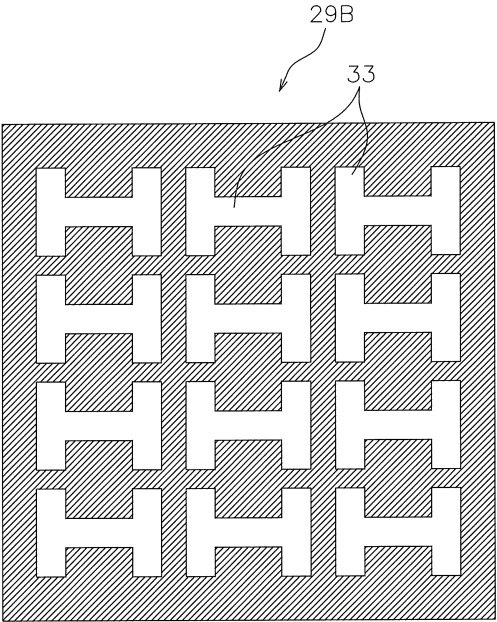
20

30

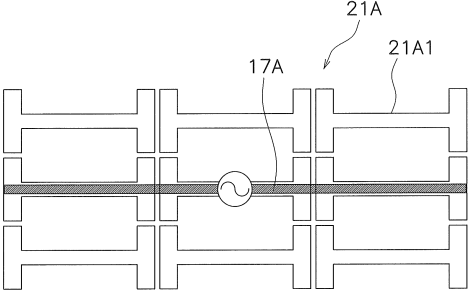
40

50

【図 17】

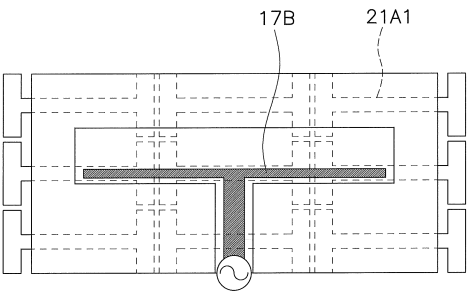


【図 18】



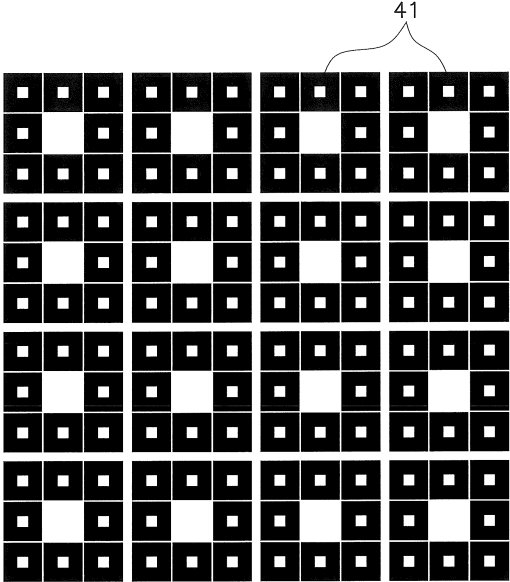
10

【図 19】



20

【図 20】

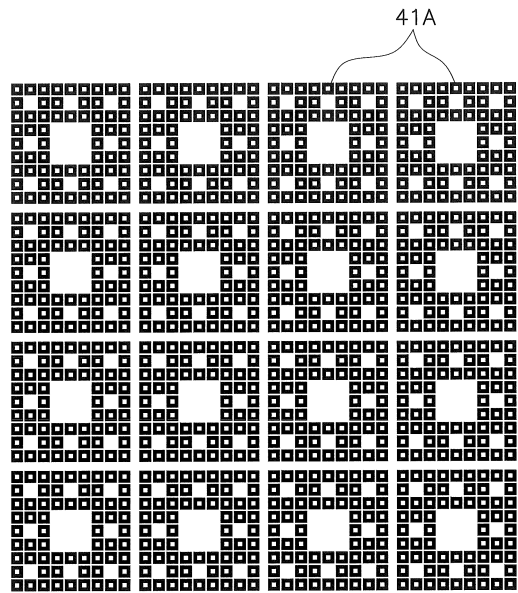


30

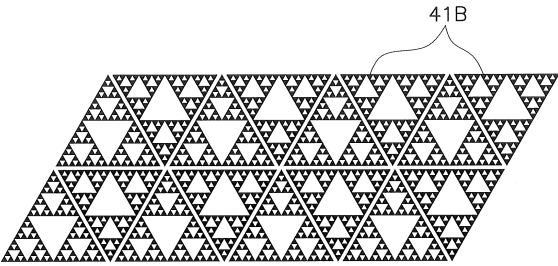
40

50

【図 2 1】

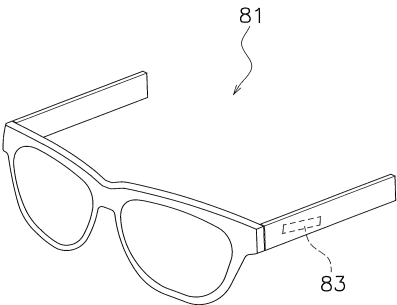


【図 2 2】

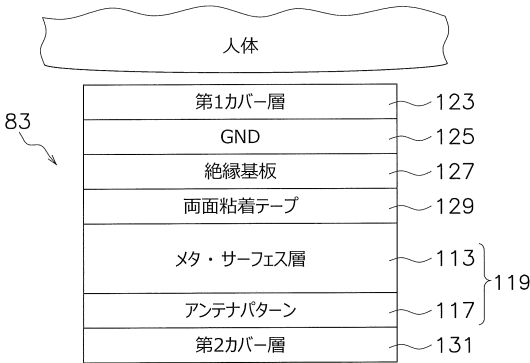


10

【図 2 3】



【図 2 4】

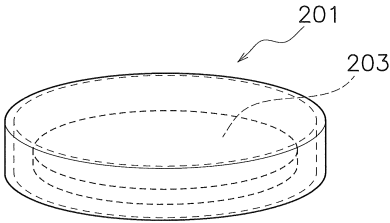


30

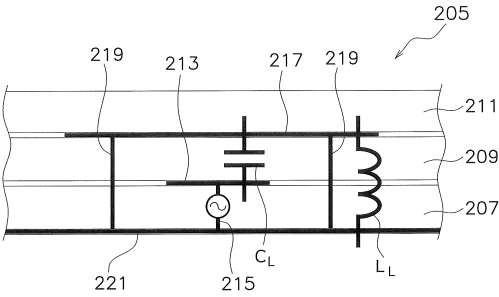
40

50

【図 2 5】

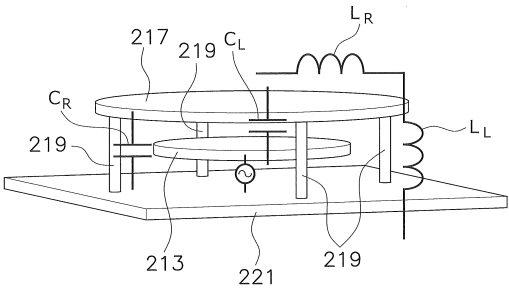


【図 2 6】

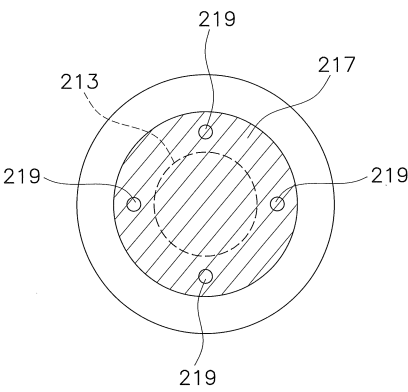


10

【図 2 7】

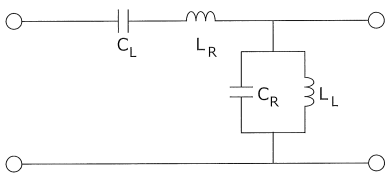


【図 2 8】



20

【図 2 9】



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 0 8 0 8 9 ソウル特別市陽川区新亭 1 洞 木洞アパートメントコンプレックス 9 番 アパートメント 9 3 0 5 0 8
- (72)発明者 李 昌 炯
大韓民国 3 6 3 2 3 慶 尚 北道蔚珍郡蔚珍邑 郷 校路 4 6 7
- (72)発明者 徐 睿 浚
大韓民国 2 2 0 0 8 仁川廣域市延寿區アートセンター大路 1 3 1 2 0 1 4 2 4
- 審査官 佐藤 当秀
- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 1 2 1 9 5 6 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 2 0 7 3 1 5 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 Q 1 / 0 0 - 2 5 / 0 4