

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年3月9日(09.03.2023)



(10) 国際公開番号

**WO 2023/032017 A1**

(51) 国際特許分類:  
*H01Q 9/16* (2006.01) *H01Q 21/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/031812

(22) 国際出願日: 2021年8月30日(30.08.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: エイターリンク株式会社(AETERLINK CORP.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目6番1号大手町ビル6階 Inspired. Lab Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小舘直人(KODATE Naoto); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目6番1号大手町ビル6階 Inspired. Lab エイターリ

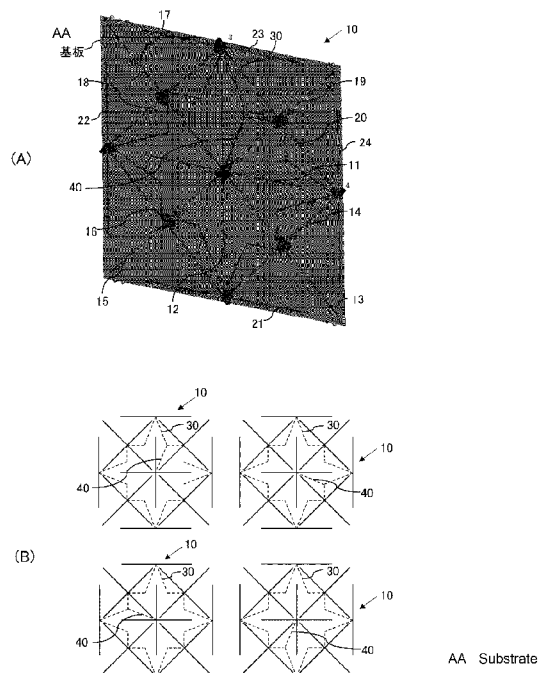
ンク株式会社内 Tokyo (JP). 田邊勇二(TANABE Yuji); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目6番1号大手町ビル6階 Inspired. Lab エイターリンク株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 竹本如洋 (TAKEMOTO Yukihiro); 〒1540024 東京都世田谷区三軒茶屋2-25-5 瑛彩知的財産事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: DISPOSITION OF MULTI-ANTENNA AND CONNECTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: マルチ・アンテナの配置とその接続方法



(57) Abstract: Provided is a multi-antenna which is for increasing spatial efficiency and which avoids or suppresses the problem of magnetic coupling. The multi-antenna comprises: a substrate; two linear antennas which are disposed in an approximate cross-shape so as to demarcate the substrate into four regions; eight linear antennas which are disposed in an approximate cross-shape, in each of the four regions; four linear antennas which are disposed, so as to surround the four regions, at the four sides of an approximate square-shape, at the outermost sides on the substrate; and a connecting line

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:

- 発明者の特定に関する申立て (規則 4.17(i))
- 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則4.17(ii))
- 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

by which all of the 14 linear antennas are joined by a continuous line, in a clockwise or counter-clockwise direction.

(57) 要約: 空間効率を高めるためとともに、電磁カップリングの問題を回避又は抑制した、マルチ・アンテナを提供する。基板と、前記基板を4つの領域に画定するように、略十字形に配置された、計2本の線状アンテナと、前記4つの領域の夫々において、略十字形に配置された、計8本の線状アンテナと、前記4つの領域を囲むように、前記基板上で最も外側において、略四角形の4辺に配置された計4本の線状アンテナと、前記線状アンテナの14本のすべてを、時計回り又は反時計回りで一筆書き状に結んだ接続線と、を含む、マルチ・アンテナ。

## 明 細 書

発明の名称： マルチ・アンテナの配置とその接続方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、マルチ・アンテナの配置とその接続方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、様々な分野で、ワイヤレス電力伝送（WPT：Wireless Power Transfer）が利用されている。WPTを活用することで、有線による電力伝送の場合と比較して、配線の負担、破断、メンテナンス等の問題を回避することができる。

[0003] 一般的に、WPTの受電装置側では、送電されるエネルギーを受電するため、ダイポール・アンテナ等の線状アンテナが用いられている。通常、1本の線状アンテナを用いる場合、十分な受電量や指向性を確保することが困難なため、複数本の線状アンテナ又はマルチ・アンテナが用いられている。

[0004] マルチ・アンテナを用いる場合、アンテナの本数、アンテナ間の距離、向き及び接続等を最適化する必要がある。そうでなければ、電磁カップリング等が生じて、受電効率が低下する虞があるからである。最適な組み合わせは環境に大きく依存する。

[0005] 本技術分野の背景技術として、特開2010-41566号公報（特許文献1）がある。特許文献1には、2本のダイポール・アンテナを十字形に交差させた例が示されている。

本技術分野の背景技術として、国際公開第2018/096740号（特許文献2）がある。特許文献2には、2本のダイポール・アンテナを十字形に交差させるとともに、各端部側を矢印状とし、さらにその形態を縦方向及び横方向で繰り返した例が示されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-41566号公報

特許文献2：国際公開第2018/096740号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 前記特許文献1、2には、2本のダイポール・アンテナを十字形に交差させた例が記載されている。しかしながら、いずれの特許文献においても、更に効率的に本数を増やしたマルチ・アンテナについては検討がなされていない。そこで、本発明は、空間効率を高めるためとともに、電磁カップリングの問題を回避又は抑制した、マルチ・アンテナを提供する。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、基板と、前記基板を4つの領域に画定するように、略十字形に配置された、計2本の線状アンテナと、前記4つの領域の夫々において、略十字形に配置された、計8本の線状アンテナと、前記4つの領域を囲むように、前記基板上で最も外側において、略四角形の4辺に配置された計4本の線状アンテナと、前記線状アンテナの14本のすべてを、時計回り又は反時計回りで一筆書き状に結んだ接続線と、を含む、マルチ・アンテナを提供する。

### 発明の効果

- [0009] 本発明は、空間効率を高めるためとともに、電磁カップリングの問題を回避又は抑制した、マルチ・アンテナを提供する。

### 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、デスクマット状に構成した受電装置と、その断面図とを（A）と（B）で分けて示した図の例である。（実施例1）
- [図2]図2は、マルチ・アンテナの単体の斜視図と、その複数の組み合わせの平面図とを（A）及び（B）で示した図の例である。（実施例1）
- [図3]図3は、図2の（A）及び（B）の一部を変更した例である。（実施例1）

[図4]図4は、図2の（B）の一部を変更した図の例である。（実施例1）

[図5]図5は、マルチ・アンテナの構成を（A）乃至（D）で段階的に説明した図の例である。（実施例1）

[図6]図6は、マルチ・アンテナの接続を（A）乃至（E）で段階的に説明した図の例である。（実施例1）

[図7]図7は、図6の（E）の一部を変更した例を（A）乃至（C）で示した図での例ある。（実施例1）

[図8]図8は、図2の（A）に例示したマルチ・アンテナの電流分布と放射効率を（A）及び（B）で示した図の例である。（実施例1）

[図9]図9は、図8の（A）及び（B）の各場合での放射効率をグラフで示した図である。（実施例1）

[図10]図10は、図2の（A）に例示したマルチ・アンテナの設計例を（A）乃至（C）で段階的に説明した図の例である。（実施例1）

[図11]図11は、図5の一部を変更した例を丸数字の1及び2で示した図の例である。（実施例1）

[図12]図12は、図5の一部を変更した例を示した図の例である。（実施例1）

[図13]図13は、複数のマルチ・アンテナを1つに接続する例を（A）乃至（D）で段階的に説明した図の例である。（実施例1）

[図14]図14は、六面体の各面にマルチ・アンテナを配置する例を示した図の例である。（実施例1）

[図15]図15は、図2の（A）に例示したマルチ・アンテナの変更例を（A）乃至（C）で段階的に説明した図の例である。（実施例1）

[図16]図16は、アンテナの配置と接続とを補助するインターフェイス基板を（A）乃至（C）で示した図の例である。（実施例2）

[図17]図17は、アンテナの配置と接続とを補助するインターフェイス基板を（A）乃至（C）で示した図の例である。（実施例2）

[図18]図18は、アンテナの配置と接続とを補助するインターフェイス基板

を（Ａ）及び（Ｂ）で示した図の例である。（実施例２）

[図19]図１９は、図２の（Ａ）に例示したマルチ・アンテナに対して、図１７の（Ｂ）に例示したインターフェイス基板を適用した例を概略的に示した図の例である。（実施例２）

[図20]図２０は、ビルマネジメント領域で、受電装置を適用する例を（Ａ）及び（Ｂ）で概略的に示した図の例である。

[図21]図２１は、図２の（Ａ）に例示したマルチ・アンテナを適用可能な、基板を対比して表で示した図の例である。

[図22]図２２は、従来技術に係る各種のマルチ・アンテナの放射効率を（１）乃至（３）でグラフの図の例である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本発明を実施するための形態について説明する。なお、以下に示す実施形態は、本発明を説明するために用いられた実施形態の例に過ぎない。以下の記載に基づいて本願発明の内容が限定して解釈されるべきではないことを理解されたい。

[0012] 近年、様々な分野で、ＰＣ、センサ、アクチュエータ、ロボット、機器等にエネルギーを送電するために、ＷＰＴ（ワイヤレス電力伝送：Wireless Power Transmission又はWireless Power Transfer）が利用されている。

例えば、ＷＰＴでは、送電装置と受電装置との間で、マイクロ波を用いて、エネルギーが送電されている。

一般的に、受電装置内では、送電装置から送電されるエネルギーを受電するため、ダイポール・アンテナ等の線状アンテナが用いられている。

[0013] ＷＰＴに基づいて、効率的にエネルギーの送受電するためには、様々な課題を考慮する必要がある。例えば、送電装置側では、自由空間内での送電中に電波が減衰する等という、物理的制約を考慮する必要がある。また、送電される電力の上限は、１Ｗに規制される等という、法的制約を考慮する必要がある。

一方、受電装置側では、このような法的制約は緩和されている。しかしな

がら、受電装置側では、以下に記載のような、特有の課題がある。

[0014] 「電氣的課題」

1本のアンテナを用いてエネルギーを受電する場合、センサ等を稼働するために十分な受電量や指向性を得ることが難しいことがある。一方、マルチ・アンテナを用いる場合、アンテナの本数、アンテナ間の距離、向き及び接続等を最適化する必要がある。そうでなければ、マルチ・アンテナの受電効率が低下するからである。

[0015] 「物理的課題」

受電装置内でマルチ・アンテナを配置し、保持するためには、筐体を用いて配置を最適化することがある。ただし、筐体の材料としてフレキシブル基板が用いられる場合、熱や強い応力に弱いという物理的課題がある。従って、それら熱や強い応力に起因してマルチ・アンテナの配置が損なわれないようにする必要がある。

[0016] 「環境的課題」

マルチ・アンテナが周囲環境で露出又は突出して配置されるような場合、美観が損なわれる虞がある。一般的に、マルチ・アンテナの受電量（複数のアンテナを大きな面積領域で最適に配置すること）と、美観（人間がアンテナを意識しないこと）とは、トレードオフの関係にある。従って、不自然でないように、周囲環境とマルチ・アンテナとを融合することが好ましい。

[0017] 「製造的課題」

一般的に、部品実装面積が小さく、基板面積が大きいマルチ・アンテナは、その製造コストを増大させる傾向がある。また、マルチ・アンテナに用いられる各線状アンテナ等が統一的に適用できない場合には、大量生産の効率を損なう虞がある。従って、製造面での負担が少ないようにマルチ・アンテナを構成することが好ましい。

[0018] 「法的課題」

上記のように、送信電力、送信アンテナ利得については、上限が定められていることがある。ただし、受電装置側では、厳しい規制は課されておらず

、受信アンテナ数については、上限が定められていないことがある。ただし、送信側の問題を理解した上で、送電装置と受電装置との間での受電の効率を高めることが好ましい。

[0019] 「ビルマネジメント領域の課題」

ビルマネジメント領域（オフィスビルや商業施設等の建築物の管理に関する総合的なマネジメント）で受電装置が用いられる場合、受信アンテナのサイズは比較的制約を受けにくいとされている。ただし、送電装置と受電装置との間の距離が比較的に長くなりやすいため、受電の効率を高めることが求められている。また、受電用のアンテナを周囲の環境に溶け込ませることが一層求められている。

[0020] 本出願人は、これら様々な観点に鑑みて、WPTの受電装置に用いられるマルチ・アンテナについて、好適なパフォーマンスが得られるように工夫を行った（実施例1）。

さらに、各線状アンテナの配置と接続とを補助するためのインターフェイス基板を提供した（実施例2）。

[0021] 一般的に、複数のエレメントを並べたアンテナをアレー・アンテナという。通常、アレー・アンテナでは、同じ形状、寸法のエレメントを配置している。エレメントの数、設置の仕方等によって、受電量や指向性等の所望の特性を設計することができる。

一般的に、アレー・アンテナは、特定方向へ強く放射されている。受信する電波の強さは、ほぼ距離に反比例して小さくなる。

また、一般的に、アレー・アンテナは、電流の位相差を極力なくして、均一で強い電流を流すようにエレメントの長さを調整している。

[0022] エレメントは、例えば、銅線等を用いて構成されたダイポール・アンテナ等の線状アンテナとして構成されている。

一般的に、ダイポール・アンテナは、針金1本に単純化できる。ダイポール・アンテナは、左右の長さを同じにして、左右に流れる電流の大きさを等しくした平衡回路である。



また、一般的に、ダイポール・アンテナの長さは、波長のほぼ半分のときに共振現象が発生して、最も強い電流が流れる。

[0023] 一般的に、ダイポール・アンテナは、 $1/2\lambda$ （半波長）ダイポール・アンテナともいい、その長さ  $d$  を動作周波数  $f$ （Hz）に基づいて、以下のよう求めることができる。

$$d = 3 \times 10^8 / 2f \text{ (m)}$$

[0024] ただし、 $d$  を求める計算式は、上式に限定されない。例えば、誘導性リアクタンスをなくすため、エレメントの長さを 96% から 97% の範囲内に抑えることがある。

$$d = \{3 \times 10^8 / 2f\} \times (0.96 \sim 0.97) \text{ (m)}$$

[0025] このように、ダイポール・アンテナは、共振型のアンテナとして、動作周波数の波長をもとに電界検出型として設計される。しかしながら、電気回路の基板上に設ける際、基板の誘電体層の厚さや誘電率によって、波長短縮率が相違することがある。さらに、ダイポール・アンテナの配置の仕方等によっては、上記  $d$  を求める式に修正等を加えることは可能である。

[0026] 本実施例に係るマルチ・アンテナでは、基本的に、アレー・アンテナの設計思想を踏襲しているが、エレメントの配置と接続の仕方に特段の工夫をしている。

本実施例に係るマルチ・アンテナを適用することにより、センサ等を稼働するために十分な受電量や指向性を確保することを可能にした。この際、各線状アンテナを効率的に結ぶとともに、各線状アンテナの間の距離、方位、接続等によって、電磁カップリング等の問題が生じることを回避又は最小にした。

[0027] 特に、互いに交差する 2 本の線状アンテナから成る十字形を基本態様として、この基本態様を複数配置することによって、十分な受電量と指向性を確保して、放射効率を向上させるように工夫した。

さらに、マルチ・アンテナを DC 出力のコネクタ又は DC 接続線（以下、単に接続線という）によって接続する際、近接する 2 本の線状アンテナの成

す内角の二等分線に沿って接続線を配置することによって、アンテナに対して悪影響を与えないように工夫した。

[0028] さらに、マルチ・アンテナをDC接続線によって接続する際、近接する3本の線状アンテナの成す三角形の内心にて向きを変えることによって、アンテナに対して悪影響を与えないように工夫した。

さらに、インターフェイス基板を用いることによって、マルチ・アンテナを構成する各線状アンテナと接続線との配置及び接続を効率的に行えるように工夫した。

[0029] 以下、本実施例1及び2について順に説明するが、それに先立って、本出願人によって実施された従来技術の各種のマルチ・アンテナの対比テストについて説明する。

[0030] 「各種のマルチ・アンテナの対比テスト」

複数本の線状アンテナを用いてマルチ・アンテナを構成する仕方には、様々な種類が存在する。

図22の(A)を参照すると、各種のマルチ・アンテナの構成と、放射効率とが(1)乃至(3)で例示されている。

(1)乃至(3)では、いずれも、1辺が12cmの正方形の枠の中で、6本の線状アンテナを組み合わせてマルチ・アンテナを構成している。

[0031] 同図の(1)では、ダイポール・アンテナ等の線状アンテナを、複数、それぞれの中心点で交差するように、放射状に配置したマルチ・アンテナが例示されている。この例では、隣り合う2本のアンテナが30度の角度を成すように、計6本のアンテナが配置されている。この場合、各アンテナは中心点でむすぶことができるため、接続が容易となっている。

[0032] 同図の(2)では、ダイポール・アンテナ等の線状アンテナを、複数、それぞれ平行に配置したマルチ・アンテナが例示されている。この例では、隣り合う2本のアンテナが所定距離で離間するように、計6本のアンテナが配置されている。各アンテナは、それぞれジグザグに折り曲げられたメアンダ状に接続することは可能である。

同図の（３）では、上記（１）、（２）の場合と比較して、より複雑に、６本のダイポール・アンテナ等の線状アンテナを配置させている。この例は、本出願人によって工夫されたものである。

[0033] 図２２の（Ｂ）で拡大して示しているように、（３）の態様では、基板上の略中央において、２本の線状アンテナを略十字形に配置し、さらにその周囲を囲むように、四角形の４辺に沿って、線状アンテナを配置している。外側の線状アンテナは、それぞれ、両端を、４５度と９０度の角度で、内側に向って２回折り返されている。各アンテナは、黒色の接続線に沿って比較的簡単に結ぶことができる。

[0034] 図２２の（Ａ）を参照すると、上記（１）、（２）及び（３）の各種のマルチ・アンテナについて、放射効率を対比して示している。

実用域を鑑みて、０．８ＧＨｚ乃至１．０ＧＨｚの周波数の範囲内で対比すると、上記（３）のマルチ・アンテナの放射効率が最も高く、例えば、周波数０．９２ＧＨｚでは、アンテナの理想的な性能を１００％としたとき、凡そ、９０％を上回ることが確認された。これに対して、上記（１）、（２）のマルチ・アンテナでは、いずれも、０．９２ＧＨｚの周波数では、アンテナの理想的な性能を１００％としたとき、凡そ、８５％程度であることが確認された。

[0035] このように、複数本の線状アンテナを組み合わせるマルチ・アンテナを構成する場合、その構成の仕方は様々である。

図２２の（Ｂ）で例示したようにマルチ・アンテナを配置する場合、比較的に高効率で受電できることは確認された。この場合、更にアンテナ本数を増やすことによって、一層、受電効率を高めることが可能になり得る。

[0036] しかしながら、アンテナ本数と基板面積が比例する（アンテナ本数が増えるほど基板費用が高くなる）という課題がある。つまり、部品実装面積が小さいが基板面積が大きいマルチ・アンテナは製造コストが高くなる傾向がある。

また、限られた領域内で多数の線状アンテナを密集させる場合、近接する

アンテナ同士の干渉等が生じた場合には、受電効率を悪化させる虞がある。

さらに、マルチ・アンテナの受電量(複数のアンテナを大きな面積領域で最適に配置すること)と、美観(人間がアンテナを意識しないこと)とは、トレードオフである。

[0037] 本実施例では、上記テストの結果に鑑みて、(3)で例示したマルチ・アンテナのパフォーマンスを一層向上させるために、さらなる改良を行った。特に、空間効率を高めるため、複数本の線状アンテナを互いに近接して配置するとともに、電磁カップリングの問題を回避又は抑制するように、各アンテナを一筆書き状に接続した、マルチ・アンテナを提供する。

## 実施例 1

[0038] 「受電装置の構成例」

図1の(A)を参照すると、本実施例に係るマルチ・アンテナを内蔵した受電装置1が例示されている。

[0039] 用語「マルチ・アンテナ」とは、空間効率を高めるため、複数本の線状アンテナ(ダイポール・アンテナ等)を互いに近接して配置したものをいう。

なお、電磁カップリングの問題を回避又は抑制するように、各アンテナを接続線(DC接続線等)によって接続するとよい。

用語「受電装置」とは、3次元空間内で、別体の送電装置からワイヤレスに送電されるエネルギーを、内蔵したマルチ・アンテナを用いて受電する装置をいう。

[0040] 図1の(A)を参照すると、受電装置1は、机上に設置可能な、適当な形状と大きさを有するシート状又はマット状に構成されている。

例えば、受電装置1は、デスクマット、マウスパッド、テーブルマット、ビニールマット、保護マット等として構成される。受電装置1が設置される場所は、例えば、事務用の机、食事用のテーブル、または棚の上面等である。受電装置1は、機の外部にある送電装置からの送信電力を受信し、この電力を用いて例えば、受電装置1上に配置されたパソコンやマウス、スマートフォン、カメラ等の電子機器へ給電することができる。受電装置1からこれ

らの電子機器への給電は、ワイヤレス、又は有線で行うことができる。このような構成を取ることにより、受電装置 1 上の配線を無くす若しくは減らすことができる。

[0041] 図 1 の (B) を参照すると、図 1 の (A) に例示した受電装置 1 の線 A - A' に沿った断面が例示されている。

受電装置 1 の本体は、好適には、多層状に構成され、表面 2 と裏面 3 とを含む。2 つの反対側の面 2、3 のうち、いずれか一方の面（例えば、裏面 3）を机の表面と当接させて、いずれか他方の面（例えば、表面 2）を机上の作業面とすることができる。

[0042] 受電装置 1 は、表面 2 と裏面 3 のいずれも作業面として利用可能なように構成することができる（リバーシブルタイプ）。表面 2 と裏面 3 は、それぞれ、同じ色または同じ素材等を有していてもよい。または、表面 2 と裏面 3 は、それぞれ、異なる色または異なる素材等を有していてもよい。例えば、表面 2 と裏面 3 は、それぞれ、樹脂等を用いて構成することができる。

[0043] 表面 2 と裏面 3 の間には、FPC（フレキシブル基板）4 がサンドイッチ状に挟持されている。FPC 4 には、プリント配線板（基板）を設けることができる。特に、FPC 4 には、3次元空間内で、ワイヤレスに送電されるエネルギーを受電可能なマルチ・アンテナが設けられている。

このように、マルチ・アンテナは外部からは視認できない。従って、周囲の環境の美観を損なわずに、マルチ・アンテナを配置することを可能にした。

[0044] FPC 4 は、可撓性を有することができる。例えば、FPC 4 は、厚さの薄い絶縁材（プラスチックフィルム）を用いて形成することができる。このため、シート状の受電装置 1 を、内蔵されている FPC 4 と一緒に丸めることができる。

[0045] 表面 2 と裏面 3 の間には、FPC 4 に内蔵したマルチ・アンテナの機能を発揮させるための回路 5 が内蔵されている。FPC 4 と回路 5 とは、有線で結ぶことができる。

回路 5 には、マルチ・アンテナ内を流れる平衡電流の流れをよくするため、任意のデバイスを追加することができる。例えば、フィルタやミキサ等を追加することは可能である。

[0046] 受電装置 1 は、制御器又は M C U と有線で接続されて、受電に関するデータを M C U に送信することができる。例えば、受電装置は、M C U に対して、受電量をフィードバックしてもよい。回路 5 は、M C U の機能を有していてもよい。または、回路 5 は、図示しない M C U とデータ通信可能なように構成されていてもよい。

回路 5 の詳細は本実施例の範囲外であるため、その詳細な説明は割愛する。

[0047] 図 2 の (A) を参照すると、基板又は F P C 4 に配置されるマルチ・アンテナ 1 0 の斜視図が例示されている。

図 2 の (B) を参照すると、図 3 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 1 0 を複数、縦方向及び／又は横方向に並置した平面図が例示されている。

F P C 4 には、図 2 の (A) に例示したように、マルチ・アンテナ 1 0 を 1 つだけ備えていてもよい。

F P C 4 には、図 2 の (B) に例示したように、マルチ・アンテナ 1 0 を複数備えていてもよい。

[0048] 図 2 の (A) から理解できるように、マルチ・アンテナ 1 0 は、複数の線状アンテナ 1 1 乃至 2 4 を用いて構成されている。本出願人は、限られた設置面積で、受電効率を最適化するため、マルチ・アンテナ 1 0 に含まれる線状アンテナの配置と接続の仕方に特別な工夫をしている。好適には、各線状アンテナは、ダイポール・アンテナである。

[0049] 好適には、マルチ・アンテナ 1 0 は、基板上に配置されて、以下の要素を含む。即ち、

基板を 4 つの領域に画定するように、（例えば、基板上の略中央において）略十字形に配置された、計 2 本の線状アンテナ 1 1 及び 1 2 と、

4 つの領域の夫々において、略十字形に配置された、計 8 本の線状アンテナ

ナ 1 3 乃至 2 0 と、

4 つの領域を囲むように、基板上で最も外側において、略四角形の 4 辺に配置された計 4 本の線状アンテナ 2 1 乃至 2 4 と、

線状アンテナの 1 4 本のすべて 1 1 乃至 2 4 を、時計回り又は反時計回りで一筆書き状に結んだ接続線 3 0 及び 4 0 と、  
を含む。

[0050] 図 2 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 1 0 と、図 2 の (B) に例示した複数のマルチ・アンテナ 1 0 は、本実施例における好適な態様である。しかしながら、本実施例は、この態様に限定されない。

[0051] 図 3 の (A) を参照すると、基板又は F P C 4 に配置される他の態様のマルチ・アンテナ 1 0' の斜視図が例示されている。

図 3 の (B) を参照すると、図 3 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 1 0' を複数、縦方向及び／又は横方向に並置した平面図が例示されている。

この態様は、図 2 の (A) 及び (B) に例示したマルチ・アンテナ 1 0 と対比して、特に最も外側の四角形の 4 辺に配置された 4 本の線状アンテナ 2 1 乃至 2 4 を省略した構成に関する。

図 3 の (A) 及び (B) に例示したマルチ・アンテナ 1 0' は、図 2 の (A) 及び (B) に例示したマルチ・アンテナ 1 0 と対比して、用いられる線状アンテナの数を減らしたことで、受電効率を低下させているものの、同時に製造コストを低下させている。

[0052] 好適には、マルチ・アンテナ 1 0' は、基板上に配置されて、以下の要素を含む。即ち、

基板を 4 つの領域に画定するように、（例えば、基板上の略中央において）略十字形に配置された、計 2 本の線状アンテナ 1 1 及び 1 2 と、

4 つの領域の夫々において、略十字形に配置された、計 8 本の線状アンテナ 1 3 乃至 2 0 と、

線状アンテナの 1 0 本のすべて 1 1 乃至 2 0 を、時計回り又は反時計回りで一筆書き状に結んだ接続線 3 0' 及び 4 0' と、

を含む。

さらに、図2の(A)に例示した、4つの領域を囲むように、基板上で最も外側において、略四角形の4辺に配置された計4本の線状アンテナ21乃至24のうちの任意の1つまたは複数を含むことも可能である。

[0053] 図4の(A)を参照すると、図2の(B)に例示した複数のマルチ・アンテナ10の構成の変更例が例示されている。同図に示すように、複数のマルチ・アンテナ10を縦方向(y軸方向)及び／又は横方向(x軸方向)に並置する場合、隣り合うマルチ・アンテナ10同士をオフセット(ずらす)ことは可能である。このオフセットの間隔は、任意である。

[0054] 図4の(B)を参照すると、図2の(B)に例示した複数のマルチ・アンテナ10の構成の変更例が例示されている。同図に示すように、複数のマルチ・アンテナ10を縦方向(y軸方向)及び／又は横方向(x軸方向)に並置する場合、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10と、図3の(A)に例示したマルチ・アンテナ10'と、を組み合わせ配置することは可能である。この配置の順番は、任意である。

[0055] 他、図4の(B)の態様においても、同図の(A)に例示したように、隣り合うマルチ・アンテナ10同士をオフセットしてもよい。

他、図4の(A)の態様において、時計回り又は反時計回りに、複数のマルチ・アンテナ10のうちのいずれかを回転させてもよい。

他、図2の(B)に例示した複数のマルチ・アンテナ10を並置する場合、最も外側のアンテナ21乃至24を共有するように並置してもよい。

[0056] 以下、記載の重複を避けるため、主に、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10について説明するが、その説明の内容は、図3の(A)に例示したマルチ・アンテナ10'についても適用できるものとする。

[0057] 「マルチ・アンテナの構成例」

次に、図5を参照して、図3の(A)に例示したマルチ・アンテナ10について、各アンテナ11乃至24の配置の仕方について詳述する。

図5の(A)を参照すると、2本のダイポール・アンテナ等の線状アンテナ



ナ（以下、単にアンテナという）１１、１２が、基板を４つの領域a乃至dに画定するように、基板上の略中央において略十字形に配置されている。好適には、各アンテナ１１、１２は、互いに対して９０度の角度で直交する。この配置によって、各アンテナ１１、１２が互いに干渉して、電磁カップリングが起きることを最小にしている。好適には、２本のアンテナ１１、１２は、それぞれ実質的に等しい長さを有し、互いに中心で交差する。

[0058] 図５の（Ｂ）を参照すると、２本のアンテナ１１、１２の交点を中心として、その周囲に４本のアンテナ１３、１５、１７及び１９を放射状に配置している。これら４本のアンテナ１３、１５、１７及び１９は、それぞれ、上記交差する２本のアンテナ１１、１２に対して、約４５度の角度で配置されている。

各アンテナ１３、１５、１７及び１９は、それぞれ、アンテナ１１、１２によって区切られる４つの領域a乃至d内で、それぞれ、アンテナ１１、１２から実質的に等しい距離で配置されている。このため、各アンテナ１１、１２、１３、１５、１７及び１９が互いに干渉して、電磁カップリングが起きることを最小にしている。

この例では、最も近接するアンテナ同士は、互いに４５度の角度で配置されている。例えば、アンテナ１１とアンテナ１３の２つの直線の成す角度は、４５度である。好適には、これら４本のアンテナ１３、１５、１７及び１９は、それぞれ等しい長さを有し、一端を上記交点に向けるとともに、他端を上記交点から遠ざけるように配置されている。

[0059] 図５の（Ｃ）を参照すると、放射状に配置される４本のアンテナ１３、１５、１７及び１９に対して、それぞれ、さらなるアンテナ１４、１６、１８及び２０が交差するように配置されている。これら略十字形に交差するアンテナは、それぞれ、互いに対して９０度の角度で直交する。このため、それぞれのアンテナが互いに干渉して、電磁カップリングが起きることを最小にしている。

好適には、４つの領域a乃至dで交差する２本のアンテナは、それぞれ実

質的に等しい長さを有し、互いに中心で交差する。例えば、アンテナ 13 とアンテナ 14 とは、それぞれ実質的に等しい長さを有し、互いに中心で交差する。上記さらなるアンテナ 14、16、18 及び 20 は、全体として、点線で示すように、略正方形の四辺に沿って配置されている。

[0060] アンテナ 13、15、17 及び 19 は、それぞれ、アンテナ 11、12 によって区切られる 4 つの領域 a 乃至 d 内で、それぞれ、アンテナ 11、12 から実質的に等しい距離で配置されている。このため、アンテナ 11、12、13、15、17 及び 19 が互いに干渉して、電磁カップリングが起きることを最小にしている。

このように、図 5 の (A) に例示した交差するアンテナ 11、12 によって画定された 4 つの領域 a 乃至 d の夫々において、図 5 の (C) に例示するように、さらにアンテナが略十字形に配置されており、計 8 本の線状アンテナ 13 乃至 20 が追加されている。

[0061] これら 4 つの領域 a 乃至 d における略十字形の配置（線状アンテナ 13 乃至 20）は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を実質的に同一に揃えている（図 5 の (C) 参照）。この場合、後述するように、各アンテナ 13 乃至 24 を結ぶ接続線 30 を幾何学的に、上下及び／又は左右で、対称に配置することが容易になる。

[0062] 次に、図 5 の (D) を参照すると、上記 10 本のアンテナ 11、12、13、14、15、16、17、18、19 及び 20 の周囲をさらに外側から囲むように、さらなるアンテナ 21、22、23 及び 24 が配置されている。これらアンテナ 21、22、23 及び 24 は、近接するアンテナ同士が略直角を成すように配置されており、全体として、正方形の四辺に配置されている。

なお、アンテナ 21、22、23 及び 24 は、四角形の 4 辺に沿ってまっすぐ延在してもよい。または、図 12 を参照して後述するように、これらアンテナは、四角形の 4 つの角に沿って、整流器の配置された中心で 90 度の角度で折れ曲がるように延在してもよい。

[0063] 最終的には、アンテナ 2 1、2 2、2 3 及び 2 4 が成す正方形の四辺の内側に、全体として、計 1 4 本のアンテナ 1 1 乃至 2 4 が配置されている。従って、限られた大きさの中で、複数本のアンテナ 1 1 乃至 2 4 を密集して配置させており、空間効率を高めている。この際、1 4 本のアンテナ 1 1 乃至 2 4 の向きを様々に相違させることで、全体として、放射効率を多様化している。さらに、1 4 本のアンテナ 1 1 乃至 2 4 のうち、隣り合うアンテナ同士の角度が 9 0 度または 4 5 度となるように配置しており、近接するアンテナ同士の干渉を最小に抑えている。

[0064] なお、図 5 の (A) 乃至 (D) に例示した、計 1 4 本のアンテナ 1 1 乃至 2 4 から構成されるマルチ・アンテナ 1 0 が、図 2 の (A) の態様に相当する。

また、図 5 の (A) 乃至 (C) に例示した、計 1 0 本のアンテナ 1 1 乃至 2 0 から構成されるマルチ・アンテナ 1 0' が、図 3 の (A) の態様に相当する。

なお、上記マルチ・アンテナ 1 0' に対して、最も外側のアンテナ 2 1 乃至 2 4 のうちの任意の 1 つまたは複数を追加することも可能である。

[0065] 次に、図 6 の (A) から (F) を参照して、図 2 の (A) 及び図 5 の (D) に示した 1 4 本のアンテナ 1 1 乃至 2 4 の接続の仕方について説明する。

好適には、アンテナを結ぶ接続線 3 0 は、ダイポール・アンテナを結ぶ DC 接続線である。好適には、各アンテナは平衡回路を構成するように、左右で等しい長さを有する。その中央には整流器が備えられている。各アンテナは整流器に接続され、それらは接続線 3 0 によって結ばれる。その際、整流器の極性は揃えて接続されるものとする。

本実施例では、任意の種類の整流器を適用できることを理解されたい。

[0066] 一般的に、各アンテナを結ぶ接続線は、煩雑な構成とならないように配置されている。

例えば、図 3 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 1 0' では、各アンテナを一筆書き状に結ぶ接続線 3 0' は、比較的シンプルに構成されている。

例えば、図3の(A)では、略四角形状の4辺を基調として、接続線30'が構成されている。

また、図22の(B)に例示したマルチ・アンテナにおいても、各アンテナを一筆書き状に結ぶ接続線は、略四角形状の4辺を基調として、比較的シンプルに構成されている。

これに対して、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10では、用いられるアンテナ本数が増大するため、各アンテナを一筆書き状に結ぶ接続線30は、より複雑になる。

本出願人は、このような場合であっても、煩雑な構成を避けて、接続線30を構成できるよう工夫している。

[0067] 特に、接続線30は、隣り合う2本のアンテナの間を通る際、隣り合う2本のアンテナの成す内角の二等分線（すなわち、内各を2等分にする線）に沿って配置している。

さらに、接続線30は、周囲の3本のアンテナの成す三角形の内心を通るように配置している。

このように、各アンテナ13乃至24を結ぶ接続線30を規則的に設けることで、全体として、最終的に得られる接続線30が、アンテナとしての所望の特性を獲得しながら、幾何学的に、上下及び／又は左右で、対称的に接続線30が配置できるようにしている。

[0068] 図6の(A)を参照すると、互いに近接して配置されている3本のアンテナ12、19及び20によって、三角形が形成されることが例示されている（点線の三角形を参照）。この際、各アンテナ12、13及び14は、必ずしも交わる必要はない。各アンテナ12、19及び20に沿って仮想的に延長された直線によって、三角形が形成されるものとする。

隣り合うアンテナは、三角形の2辺に相当するが、それらの間に内角を定めることができる。三角形の3つの内角では、それぞれ、内角の二等分線を一意的に定めることができる。例えば、アンテナ12及び20によって定められる内角では、二等分線31を一意的に定めることができる。

[0069] 図6の(A)では、3本のアンテナ12、19及び20の成す三角形の3つの内角のそれぞれの二等分線を点線で例示している。公知のように、これら3本の二等分線は、必ず1点で交わる。この交点のことを、内心32という。

内心32の位置は、3本のアンテナ12、19及び20のそれぞれから等距離にある。従って、この内心32を用いて、隣り合うアンテナ同士を接続することで、隣り合うアンテナ同士の干渉を抑えている。

[0070] 図6の(B)を参照すると、図6の(A)に例示したアンテナ12、19及び20同士が成す三角形の内心(角の二等分線の交点)を通る配線で、互いに直行していないアンテナ23と20を接続することが例示されている。

三角形の2辺に相当するアンテナ12と20の内角の二等分線に相当する接続線31は、三角形の内心32を通ることが例示されている。接続線31は、内心32と反対側の端部側で、アンテナ23とアンテナ20とを結ぶことができる。即ち、最も外側の正方形の1辺に沿って配置されたアンテナ23と、その内側で正方形の1辺に沿って配置されたアンテナ20とを結ぶ。この際、最も外側のアンテナ23と、その内側に配置されたアンテナ20とは、互いに45度の角度で配置されている。

接続線31は、近接する2つのアンテナ12と20とから、それぞれ等しい距離に位置するため、各アンテナからの干渉を最小に抑えている。

[0071] 図6の(C)を参照すると、三角形の2辺に相当するアンテナ19と20の内角の二等分線に相当する接続線33は、三角形の内心32を通ることが例示されている。接続線33は、内心32と反対側の端部側で、アンテナ19とアンテナ20とを結ぶことができる。これらアンテナ19とアンテナ20とは互いに90度の角度で直交して配置されている。

接続線33は、近接する2つのアンテナ19と20とから、それぞれ等しい距離に位置するため、それらアンテナから干渉を最小に抑えている。

[0072] 従って、三角形の2辺の内角の二等分線に相当する接続線31は、一端側でアンテナ20と23とを結び、反対側で内心32に至り、その点で向きを

変えて、同様に、三角形の他の2辺の内角の二等分線に相当する接続線33につながり、その一端側でアンテナ19と20とを結ぶ。

接続線31及び接続線33は、一本の線として連続し、その際、内心32にて折れ曲がると理解することができる。

[0073] 図6の(D)を参照すると、図6の(A)と同様に、3本のアンテナ11、19及び20によって三角形が形成されることが例示されている。この場合も、点線によって示された、3本のアンテナ11、19及び20の成す三角形の3つの内角の二等分線は、内心35にて1点で交わる。

即ち、アンテナ19と20の内角の二等分線に相当する接続線34と、アンテナ11と20の内角の二等分線に相当する接続線36とは、アンテナ11、19及び20によって形成される三角形の内心35で交わる。

[0074] 接続線34は、一端側で、接続線33とつながる。その点では、互いに90度の角度で直交する2つのアンテナ19と20とが接続されている。

接続線34は、近接する2つのアンテナ19と20とから、それぞれ等しい距離に位置するため、それらアンテナから干渉を最小に抑えている。

接続線34は、内心35に至ると、その点で向きを変え、接続線36へとつながる。接続線36は、その反対側で、互いに45度の角度で配置されている2つのアンテナ20と24とを接続する。

接続線36は、近接する2つのアンテナ11と20とから、それぞれ等しい距離に位置するため、それらアンテナから干渉を最小に抑えている。

[0075] このように、2つの交差するアンテナ11と12によって、4つの領域a乃至dが形成される。図6の(A)から(D)に例示したように、4つの領域a乃至dのそれぞれでは、三角形の内心を2つ定めることができる。

これら内心32及び35を通る接続線31、接続線33、接続線34及び接続線36は、一本の線として連続し、その際、内心32及び35にて折れ曲がりながら進むと理解することができる。

以下、図6の(E)の符号37で例示するように、同様に接続線を引くことができる。

[0076] 図6の(E)を参照すると、図6の(A)から(D)で例示した各ステップを繰り返して、最終的に得られた1本の接続線30を例示している。

接続線31、接続線33、接続線34及び接続線36、接続線37・・・は、一本の線として連続し、その際、内心32及び35・・・にて折れ曲がる。最終的に、時計回り又は反時計回りに、4つの領域a乃至dを一周して、元の位置に回帰する。従って、最終的に得られる接続線30は、規則的に折れ曲がった環状又は星型に構成することができる。

[0077] 従って、接続線30によって、基板の中心に対して45度の角度で傾斜して放射状に配置された4本のアンテナ13、15、17及び19と、これら4本のアンテナに対してそれぞれ90度の角度で直交する4本のアンテナ14、16、18及び20と、最も外側で正方形の4辺に沿って配置された4本のアンテナ21、22、23及び24との計12本のアンテナ13乃至24が一筆書き状に結ばれる。

この結果、各アンテナ13乃至24を結ぶ接続線30が、幾何学的に、上下及び／又は左右で、対称に配置されている。

[0078] 図6の(F)を参照すると、互いに45度の角度で配置される2本のアンテナ12と17の内角の二等分線に相当する接続線40が最後に追加されている。この接続線40によって、環状に一周した接続線30と、互いに90度の角度で直交する2本のアンテナ11と12とを結んでいる。この結果、最終的に、14本のアンテナ11乃至24がすべて一筆書き状に結ばれている。

このように、14本のアンテナ11乃至24をすべて一筆書き状に結ぶことによって、接続線30、40の長さが過度に大きくなることを抑えながら、全体として、電磁カップリング等の問題が生じることを抑えている。

[0079] なお、最後に設けられる接続線40は、図6の(F)の態様に限定されず、アンテナ11と12のうちの1つと、アンテナ13、15、17及び19のうちの1つであって、互いに最も近接するものの間の内角の二等分線であってもよい。

また、接続線40は、最後に設けられる態様に限定されず、最初に設けられてもよい。

[0080] なお、内心32及び35・・・にて折れ曲がる接続線30は、実装上、必ずしも内心の位置で完全一致する必要はない。例えば、設計上、近接配置される他の構成要素との関係等から、接続線30の位置は、一部、内心32及び35・・・の位置から、±10%の範囲内で、左右方向（X軸方向）及び／又は上下方向（Y軸方向）で、内心の位置からずれることは起こり得る。

ここで±10%の範囲とは、三角形の内心を中心とする内接円の、内心から各三角形の辺までの距離（内接円の半径）の10%の範囲をいう。例えば、距離が増える方向をプラス、距離が減る方向をマイナスとしてもよい。この様な誤差や設計の都合により完全な内心からは外れているものの、内心を中心とする内接円の半径の10%の円の範囲内のことを「ほぼ内心」と呼ぶ。

[0081] なお、図2の（B）に例示したように、4つのマルチ・アンテナ10を左右方向（X軸方向）及び／又は上下方向（Y軸方向）で連続させる場合、これら並置される4つのマルチ・アンテナは、隣り合う最も外側のアンテナ21乃至24を上下及び左右で互いに離間させてもよい。

または、4つのマルチ・アンテナ10は、隣り合う最も外側のアンテナ21乃至24を上下及び左右で共有してもよい（図14参照）。

[0082] または、図4の（B）に例示したように、4つのマルチ・アンテナ10、10'を左右方向（X軸方向）及び／又は上下方向（Y軸方向）で連続させることによって、事実上、隣り合う最も外側のアンテナ21乃至24を上下及び左右で共有させてもよい。

このように、複数のマルチ・アンテナ10及び／又は10'は、縦方向及び／又は横方向で、少なくとも2つ繰り返して配置されてもよい。その際、その一部を回転してもよい。

複数のマルチ・アンテナ10及び／又は10'は、それぞれ直列で結ばれた後、最後に1つに並列で結ぶこと（直並列）が可能である。実施態様によ



っては、すべてのマルチ・アンテナ 10 及び／又は 10' を直列で結ぶことも可能である。

[0083] 図 7 の (A)、(B) 及び (C) を参照すると、図 6 の (F) に例示したマルチ・アンテナの接続線 30 及び 40 の異なる態様を例示している。

図 7 の (A) の接続線 30 及び 40 の態様は、図 6 の (F) に相当する。

この例では、中心で互いに 90 度の角度で直交する 2 本のアンテナ 11 と 20 と、この 2 本のアンテナの交点に対して 45 度の角度で傾斜して放射状に配置された 4 本のアンテナ 13、15、17 及び 19 と、これら 4 本のアンテナに対してそれぞれ 90 度の角度で直交する 4 本のアンテナ 14、16、18 及び 20 と、最も外側で正方形の 4 辺の位置に配置される 4 本のアンテナ 21、22、23 及び 24 とが、接続線 30 及び 40 によって、一筆書き状にむすばれている。

[0084] 図 7 の (A) の接続線 30 は、より具体的な実装を例示している。図 6 の (F) 等では、接続線 30 は上下左右で完全に対称に構成されているが、実装時には、一部非対称に構成されることを理解されたい。

図 6 に例示した接続線 30 は、本技術思想を概念的に例示したものであって、実装時には、各アンテナ 11 乃至 24 と接続線 30 及び 40 は、かならずしも、まっすぐな直線とならないことは可能である。実装時には、これらの一部を間隔を置いて配置すること等は可能である。

[0085] このように、14 本のアンテナ 11 乃至 24 によって、最も外側の正方形と、その内側で 45 度の角度で傾斜したより小さな正方形とが形成され、接続線 30 は、そのより小さな正方形の内側の領域に配置されている。

ただし、本実施例は、この形態に限定されない。

[0086] 図 7 の (B) を参照すると、接続線 30 は、4 本のアンテナ 21、22、23 及び 24 によって形成される最も外側の正方形の 4 辺の内側であって、4 本のアンテナ 14、16、18 及び 20 によって形成されるより小さな、45 度の角度で傾斜する正方形の 4 辺の外側の領域に配置されている。

この場合であっても、接続線 30 は、互いに近接する 2 本のアンテナの内

角の二等分線に沿って配置されている。従って、接続線 30 は、近接するアンテナからの干渉を最小に抑えている。

[0087] 図 7 の (C) を参照すると、各アンテナを結ぶ接続線 30 は、4 本のアンテナ 21、22、23 及び 24 によって形成される最も外側の正方形の 4 辺の内側において、4 本のアンテナ 14、16、18 及び 20 によって形成されるより小さな、45 度の角度で傾斜する正方形の 4 辺の外側の領域と、この内側の領域とを交互に通っている。

この場合、アンテナ同士を接続する接続線 (図中の点線) 30 は、本アンテナ構造の中心に対して、内側領域、外側領域、内側領域、外側領域の順番で接続されている。

アンテナ同士を接続する接続線 30 及び 40 を、本アンテナ構造の中心に対して、上記順番で接続することによっても、アンテナの接続同士の干渉が起きにくいアンテナ設計が可能になると考えられる。

[0088] 次に、図 8 の (A) 及び (B) を参照して、図 2 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 10 の電流分布と放射効率について説明する。

図 8 の (A) の (1) 乃至 (4) には、図 2 の (A) のマルチ・アンテナ 10 の最も外側の正方形のアンテナ 21 から 24 のそれぞれの電流分布の例が示されている。図 8 の (B) の (1) 乃至 (4) には、対応する各アンテナの 3 次元空間内の放射効率の例が示されている。

図 8 の (A) の (5) と (10) には、図 2 の (A) のマルチ・アンテナ 10 の最も中央のアンテナ 11 と 12 の電流分布の例が示されており、図 8 の (B) の (5) と (10) には、対応する各アンテナの 3 次元空間内の放射効率の例が示されている。

[0089] 図 8 の (A) の (6) 乃至 (9) には、図 2 の (A) のマルチ・アンテナ 10 の最も中央から放射状に延在するアンテナ 13、15、17 及び 19 の電流分布の例が示されており、図 8 の (B) の (6) 乃至 (9) には、対応する各アンテナの 3 次元空間内の放射効率の例が示されている。

図 8 の (A) の (11) 乃至 (14) には、図 2 の (A) のマルチ・アン

テナ 10 の内側で、45 度で傾斜した正方形のアンテナ 14、16、18 及び 20 の電流分布の例が示されており、図 8 の (B) の (11) 乃至 (14) には、対応する各アンテナの 3 次元空間内の放射効率の例が示されている。

[0090] 図 8 の (A) 及び (B) から理解できるように、図 2 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 10 に含まれる 14 本のアンテナは、様々な電流分布と放射効率とを有する。このため、全体として、マルチ・アンテナ 10 は、14 本のアンテナを用いて、様々な方向からエネルギーを受電することができる。従って、実質的に、無指向性（あらゆる角度から電力をうけることができる）の受電装置 1 を構成することが可能となる。

なお、図 8 の (B) に例示した放射効率は、3 次元空間内でのマルチ・アンテナ 10 に含まれる各アンテナ 11 乃至 24 について、理想的な状況下（エネルギーの受電を遮る障害物がない状況下）での電磁界シミュレーション結果に相当する。

[0091] 公知なように、電磁界シミュレーションでは、放射パターンがほぼ全方向へ均一に電流が放射された場合を想定している。実際には、放射パターンには乱れが生じることがある。また、電磁界シミュレーションでは、曲面上に表れても、実際には、凸凹状に表れることがある。実施形態によっては、周囲環境との関係で、送電される波の条件によっては、同相で強め合い、逆相で弱め合うからである。

本実施例では、図 8 から理解できるように、多様な放射パターンを用意することで、そのうちの一部が理想的には表れないとしても、全体として、多様な放射パターンを維持することが期待できる。

[0092] 次に、図 9 を参照すると、図 8 の (A) 及び (B) の (1) 乃至 (14) の各場合での放射効率をグラフで示している。横軸には、周波数 (GHz) を示し、縦軸には、性能 (1.0 を、理想的なアンテナの 100% の性能とする) が例示されている。

同図から理解できるように、0.92 GHz の周波数では、14 本のアン

テナは、それぞれ、0.8以上で0.95以下の範囲内の性能を有することが理解できる。

14本のアンテナのそれぞれの数値を合計すると、全体として、1本のダイポール・アンテナに対して1207%の性能を有することが示された。従って、本実施形態の受電装置1は、理想的な1本のダイポール・アンテナに対して、12倍以上のパフォーマンスを達成することができる。

[0093] 図9から得られた受電装置1の1207%の性能は、図22の(B)に例示したマルチ・アンテナと比べて、凡そ、4倍程度のパフォーマンスの向上が見込めることがわかった。即ち、受電装置1の性能は、図22の(A)の(1)、(2)及び(3)に例示した従来技術の各種のマルチ・アンテナと比べて、いずれも4倍を超えるパフォーマンスの向上が見込めるため、実装上、優れたものとなっている。

図2の(B)に例示したように、このマルチ・アンテナ10、10'を複数用いることで、さらなるパフォーマンスの向上を図ることができる。

なお、図9に例示した放射効率、3次元空間内でのマルチ・アンテナ10に含まれる各アンテナについての理想的な状況下(エネルギーの受電を遮る障害物がない状況下)での電磁界シミュレーション結果に相当する。

[0094] なお、上述のように、一般的に、ダイポール・アンテナは、 $1/2\lambda$ (半波長)ダイポール・アンテナともいい、その長さdを動作周波数f(Hz)に基づいて、以下のように求めることができる。

$$d = 3 \times 10^8 / 2f \text{ (m)}、\text{または}$$

$$d = \{3 \times 10^8 / 2f\} \times (0.96 \sim 0.97) \text{ (m)}。$$

従って、当業者であれば、以上の説明から、本実施例のマルチ・アンテナ10に含まれる各線状アンテナ11乃至24の寸法について、概略的に理解することができるであろう。しかしながら、マルチ・アンテナ10に含まれる各線状アンテナ11乃至24の寸法は、実施形態に応じて様々な修正を加えることができることを理解されたい。

[0095] 図10を参照すると、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10の接

続線 30 の引き方が例示されている。

図 10 の (A) では、補助線を用いて各線状アンテナ同士の成す内角の二等分線を引くことが例示されている。

上述のように、接続線 30 は、付近の 3 つの線状アンテナの成す三角形の内心を通る。これら内心は、上下及び左右に対称に位置している。

[0096] 本実施例では、接続線 30 の幾何学的性質を利用して、その設計をアルゴリズム化することができる。

例えば、本実施例では、接続線 30 が通る計 8 つの内心は、1 つの円の円周上に位置する。

さらに、本実施例では、接続線 30 が通る計 8 つの内心は、1 つの正方形の 4 つの辺上に位置する。

これら円と正方形は、8 つの位置で交差し、各交差点において、8 つの内心の位置を一意的に求めることができる。

従って、かかる幾何学的性質を利用して、接続線 30 の設計を自動化してもよい。このアルゴリズム化は、様々に構成することができる。

[0097] 図 10 の (B) では、各線状アンテナ同士の角の二等分線付近でアンテナ同士を接続することが例示されている。

図 2 の (A) に例示のように、計 8 本の線状アンテナ 13 乃至 20 によって、基板上の略中央で略十字形に配置された 2 本の線状アンテナ 11、12 に対して 45 度の角度で傾斜する正方形を定めることができる。この 45 度の角度で傾斜する正方形の各頂点の位置と、各辺の中心の位置と、内心の位置と、を結ぶように、接続線 30 の輪郭が一意的に定められる。

即ち、一度、45 度の角度で傾斜する正方形が与えられると、この正方形の各頂点と、各内心とを結ぶ線は、一意的に求めることができる。さらに、この正方形の各辺の中心点と、各内心とを結ぶ線は、一意的に求めることができる。この線は、各内心を結ぶ正方形の 4 つの辺の上に定めることができる。

[0098] 図 10 の (A) と (B) で例示したように、幾つかの補助線（各内心を結

ぶ円や正方形等)を用いて、本実施例に係るマルチ・アンテナを構成する各線状アンテナ11乃至24と接続線30、40とを規則的に求めることができる。

図10の(C)を参照すると、補助線が外された状態が例示されている。この態様は、図7の(A)に例示したマルチ・アンテナ10の各線状アンテナ11乃至24、接続線30及び40と一致する。

従って、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10を規則的又はアルゴリズム的に求めることができる。

なお、補助線の用い方や、内心の位置等の求め方は、図10に例示した態様に限定されず、様々な変更が可能なことを理解されたい。

[0099] 以上、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10の基本的な態様について説明した。

本実施例は、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10の無指向性をさらに高めることができる。

上述のように、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10は、2本のアンテナ11、12の画定する4つの領域a乃至dにおける略十字形の配置(アンテナ13乃至20)は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を実質的に同一にしている。この結果、接続線30の対称性が確保されている。

[0100] しかしながら、本実施例は、この態様に限定されない。2本のアンテナ11、12の画定する4つの領域a乃至dにおける略十字形の配置(アンテナ13乃至20)は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を実質的に非同一にしてもよい。

この場合、各アンテナ13乃至24を結ぶ接続線30の幾何学的な対称性は若干損なわれるものの、全体として、アンテナ11乃至24の指向性を相違させることで、マルチ・アンテナ10の無指向性をより高めることができる。

[0101] 図11を参照すると、上記2つの態様について、対比的に例示している。

図11の(A)乃至(D)の(1)は、図5の(D)の態様に相当してい

る。4つの十字形（線状アンテナ13乃至20）の傾斜角度が同一なことを理解されたい。

図11の（A）乃至（D）の（2）は、図5の（D）の態様の変更例に相当している。4つの十字形（線状アンテナ13'乃至20'）の傾斜角度が非同一なことを理解されたい。

[0102] 例えば、図11の（D）の（2）では、アンテナ13'乃至20'の形成する4つの十字形のうち、アンテナ13'、16'、17'、20'に着目することができる。

右下の十字形のアンテナ13'は、縦方向（水平方向のアンテナ11に対して90度）に延在している。

時計回りで次に位置する左下の十字形のアンテナ16'は、アンテナ13'に対して、22.5度傾斜している。

時計回りで次に位置する左上の十字形のアンテナ17'は、アンテナ16'に対して、22.5度傾斜している。この結果、アンテナ17'は、アンテナ13'に対して、45度傾斜している。

時計回りで次に位置する右上の十字形のアンテナ20'は、アンテナ17'に対して、22.5度傾斜している。この結果、アンテナ20'は、アンテナ13'に対して、67.5度傾斜している。

[0103] このように、4つの領域a乃至dに配置される各十字形は、基板に対する傾斜角度を段階的に、22.5度の角度で増大又は減少させてもよい。

なお、アンテナ13'乃至20'の形成する4つの十字形を回転する角度は、上記の例に限定されない。例えば、アンテナ13'乃至20'の形成する4つの十字形は、それぞれ、18度の角度で段階的に回転してもよい。

[0104] 図11の（D）の（2）に例示した各アンテナ11、12、13'乃至20'についても、図6に例示した技術思想に従って、接続線30によって、一筆書き状に結ぶことができる。即ち、この場合も、三角形の2辺の成す内角の二等分線に沿って接続線を引いて、三角形の内心を通るように配置することができる。この際、アンテナ13'乃至20'の形成する4つの十字形

がそれぞれ異なる角度で傾斜することに起因して、接続線 30 の最終形状には修正が加えられるものの、互いに近接するアンテナからの干渉を最小にするように、同様に接続線を引くことができる（図示略）。

[0105] このように、図 11 の (D) の (1) に例示したように、隣り合うアンテナの角度が  $45^\circ$  以上になるようにアンテナを配置することができる（特に、アンテナ 13 乃至 20）。

また、図 11 の (D) の (2) に例示したように、(1) の態様を原型として、アンテナ（アンテナ 13' 乃至 20'）を時計回りまたは反時計回りに  $22.5^\circ$  または  $18^\circ$  ずつそれぞれ回転させることによって、無指向性（あらゆる角度から電力をうけることができる）を向上させてもよい。

マルチ・アンテナ 10 の無指向性の向上を少しでも優先する場合には、図 11 の (D) の (2) に例示したマルチ・アンテナが好ましい。一方、マルチ・アンテナ 10 の幾何学的な対称性または美観を優先する場合には、図 11 の (D) の (1) に例示したマルチ・アンテナが好ましい。

[0106] 図 12 を参照すると、図 2 の (A) に例示したマルチ・アンテナ 10 の無指向性を高めた他の態様が例示されている。

同様に、図 12 は、図 5 の (D) の態様の変更例に相当している。

図 5 の (D) では、マルチ・アンテナ 10 の最も外側には、四角形の 4 辺に沿って 4 つの線状アンテナ 21 乃至 24 が配置されていた。

図 12 では、さらに、この四角形の 4 つの角に沿って、4 つの線状アンテナ 25 乃至 28 が追加されている。この場合、各線状アンテナ 25 乃至 28 は、中心に整流器を有し、その両側で  $90^\circ$  の角度で互いに交差するように同じ長さのアンテナ部分を延在させている。

[0107] なお、マルチ・アンテナ 10 の最も外側には、まっすぐに延在する線状アンテナ 21 乃至 24 だけを設けてもよい。また、マルチ・アンテナ 10 の最も外側には、直角に折れ曲がる線状アンテナ 25 乃至 28 だけを設けてもよい。また、マルチ・アンテナ 10 の最も外側には、まっすぐに延在する線状アンテナ 21 乃至 24 と直角に折れ曲がる線状アンテナ 25 乃至 28 の双方



を設けてもよい。

[0108] さらに、図12の態様では、図11の(D)の(2)の態様と対比して、中央の十字形のアンテナ11及び12の周囲に配置される4つの十字形のアンテナ（線状アンテナ13'乃至20'）を、上下及び／又は左右で対照的に傾斜させている。図12の例では、アンテナ13'乃至20'の形成する4つの十字形は、それぞれ、18度の角度で段階的に回転している。

この態様によって、マルチ・アンテナ10の幾何学的な対称性を確保しながら、マルチ・アンテナ10の無指向性を高めるように工夫している。

[0109] 例えば、図11の(D)の(2)では、アンテナ13'乃至20'の形成する4つの十字形に着目することができる。

右下の十字形のアンテナ13'、14'は、横方向（水平方向のアンテナ11）を基準として、右上の十字形のアンテナ19'、20'と鏡像関係となるように配置してもよい。

左下の十字形のアンテナ15'、16'は、横方向（水平方向のアンテナ11）を基準として、左上の十字形のアンテナ17'、18'と鏡像関係となるように配置してもよい。

右下の十字形のアンテナ13'、14'は、縦方向（垂直方向のアンテナ12）を基準として、左下の十字形のアンテナ15'、16'と非鏡像関係となるように配置してもよい。

なお、任意の角度で、これら4つの十字形を上下及び／又は左右で対照的に配置することは可能である。

[0110] 以上、中心の十字形のアンテナ11、12の周囲に配置される他の4つの十字形のアンテナ13乃至20は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を実質的に非同一にしてもよい。

4つの略十字形の配置は、それぞれ、規則的に、基板に対する傾斜角度を実質的に非同一にしてもよい。

例えば、4つの略十字形の配置は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を段階的に増大又は減少させてもよい。

例えば、4つの略十字形の配置は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を段階的に、時計回り又は反時計回りに、18度ずつ、増大又は減少させてもよい。

例えば、4つの略十字形の配置は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を段階的に、時計回り又は反時計回りに、22.5度ずつ、増大又は減少させてもよい。

[0111] また、4つの略十字形の配置は、それぞれ、基板に対する傾斜角度を指数関数的に増大又は減少させてもよい。

また、4つの略十字形の配置は、それぞれ、上下の2組及び／又は左右の2組で鏡像関係となるように、基板に対する傾斜角度を設定してもよい。

ただし、いずれの場合であっても、隣り合う2本のアンテナの間を通る接続線は、これら2本のアンテナの成す内角の二等分線に沿って配置され、付近の3本のアンテナの成す三角形の内心を通るものとする。

[0112] 上述のように、図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10は、同図の(B)に例示するように、上下及び／又は左右に並置することができる。これによって、受電できるエネルギーは、飛躍的に増大する(約4倍)。

しかしながら、この場合、複数のマルチ・アンテナ10を1つに結ぶために特有の工夫が必要となる。

以下、図13の(A)乃至(D)を参照すると、複数のマルチ・アンテナ10を上下及び／又は左右に並置する仕方について説明する。

[0113] 上述のように、複数のマルチ・アンテナ10を上下及び／又は左右に並置する仕方は様々存在し得る。

例えば、図2の(B)に例示した態様では、隣り合う2つのマルチ・アンテナ10、10は、それぞれ、最も外側のアンテナ21乃至24のうちのいずれか同士を共有させず、互いに離間させている。

これに対して、図14に例示した態様では、隣り合う2つのマルチ・アンテナ10、10は、それぞれ、最も外側のアンテナ21乃至24のうちのいずれか1つを共有している。

[0114] また、図3の(B)に例示した態様では、隣り合う2つのマルチ・アンテナ10'、10'は、それぞれ、最も外側のアンテナ21乃至24を有していない。

また、図4の(A)に例示した態様では、隣り合う2つのマルチ・アンテナ10、10は、上下及び／又は左右方向にオフセットされて配置されている。

また、図4の(B)に例示した態様では、異なる2つのマルチ・アンテナ10、10'を用いて、それぞれ縦方向及び／又は横方向に交互に配置されている、

さらに、これらの任意の組み合わせが可能である。

以下、主に図2の(B)に例示した態様に関して説明するが、この説明の内容は、他の態様についても適用可能なことを理解されたい。

[0115] 図13の(A)を参照すると、基本的に、図2の(B)に例示した態様のマルチ・アンテナ10の配置例が示されている。ただし、中央の2本の線状アンテナ11及び12と、他の線状アンテナ13乃至24とを結ぶ接続線40乃至43の向きは、各マルチ・アンテナ10で相違させている。

好適には、接続線40乃至43の向きは、中央の2本の線状アンテナ11及び12によって画定される4つの領域a乃至dごとに、時計回り又は反時計回りで順に向きを変えている。これによって、各マルチ・アンテナ10を1つに結ぶ接続線の全体的な対称性を備えさせている。

[0116] 図13の(B)を参照すると、便宜的に、4つのマルチ・アンテナ10のそれぞれの構造の中心を黒点で示している。この黒点から基板の裏面へ接続することができるものとする。この黒点以外は基本的に基板の表面でマルチ・アンテナ10の構造が形成される。基板の表裏を逆に構成する場合も同様である。

[0117] 図13の(C)を参照すると、便宜的に、各黒点を、全アンテナの中心点(基板の中心点)Oで結ぶことが例示されている。このことは、各のマルチ・アンテナ10を直列接続、もしくは並列接続で結ぶことと同意である。

[0118] 例えば、4つのマルチ・アンテナ10のうち、左下のマルチ・アンテナ10に着目して説明する。

左下のマルチ・アンテナ10の中心点と、全アンテナの中心点Oとは、1本の接続線によって結ばれており、この接続線は、アンテナ12と19の成す内角の二等分線に相当する接続線50と、アンテナ20に対して90度の角度で直交し、接続線50とむすばれる接続線51と、全アンテナの中心点Oと接続線51とをむすぶ接続線52とを含む。

これら接続線50、51及び52は、他の4つのマルチ・アンテナ10についても同様に構成される。

このようにマルチ・アンテナ10を接続することで、電磁カップリングが起きることを防ぐように、アンテナ同士の干渉を抑えることができる。

[0119] 各黒点の接続方法は、各マルチ・アンテナ10の接続方法と同様で、アンテナ同士の角の二等分線の交点（内心）を通るように接続する。内心はそれぞれ、黒丸（塗りつぶしが無い丸）で示されている。

図13の(D)を参照すると、4つのマルチ・アンテナ10のそれぞれの接続線50、51及び52を取り出して示している。合わせて、各マルチ・アンテナ10の接続線40、41、42及び43を取り出して示している。

[0120] 同図から理解できるように、最終的に、4つのマルチ・アンテナ10の接続線は、全体として、 $\cap$ 状または逆 $\cap$ 状に配置することができる。よって、複数の線状アンテナから構成される4つのマルチ・アンテナ10を、幾何学的な対称性を備えることができる。この結果、4つのマルチ・アンテナ10が煩雑な仕方で接続される場合と比較して、製品の製造プロセスを明瞭にして、製品の美観を向上させている。さらに、各アンテナの干渉を防ぐ点でも好適であると考えられる。

[0121] 以上、図1乃至図13を参照して説明した実施例では、マルチ・アンテナ10、10'は、平面状に構成されている。

本実施例は、この態様に限定されない。

上記平面的に例示したマルチ・アンテナ10、10'は、湾曲面上に配置

されてもよい。

上記平面的に例示したマルチ・アンテナ10、10'は、1つまたは複数を、それぞれ3次元空間内で異なる角度で交わる異なる面上に配置されてもよい。

[0122] 図14の上方を参照すると、六面体の展開図に対応して、6つの面の夫々に図2の(A)に例示したマルチ・アンテナ10を配置している。

図14の下方を参照すると、この展開図を折り畳んで六面体にすることで、6つのマルチ・アンテナ10を立体的に配置した受電装置が例示されている。

このように、マルチ・アンテナ10、10'は、互いに非同一平面上に配置される少なくとも2つの面のそれぞれに配置されてもよい。

[0123] 例えば、マルチ・アンテナ10、10'は、六面体において、1つ以上の面に配置することができる。

また、マルチ・アンテナ10、10'は、他の多面体において、1つ以上の面に配置することができる。

さらに、マルチ・アンテナ10、10'は、平面的又は立体的に配置される際、その外枠を略四角形にする態様に限定されない。ハニカム形状や略多角形状等を活用してもよい。

[0124] 以上、図1乃至図14を参照して説明した実施例では、一定の面積内部により効率的にアンテナを配置しており、その際、2本の線状アンテナが互いに90度の角度で直交する略十字形を基本態様としている。

本実施例は、この態様に限定されない。例えば、本実施例は、3本の線状アンテナが略1点で交わる、略放射形（略星形）を基本とすることも可能である。

[0125] 図15の(A)を参照すると、略1点で交わる3本の線状アンテナ61乃至63の組み合わせを基本態様として、この基本態様を複数並置したマルチ・アンテナ10'を構成している。この際、略1点で交わる3本の線状アンテナ61乃至63の組み合わせを、2組以上、縦方向及び／又は横方向に

、並置している。

例えば、図15の(A)では、略1点で交わる3本の線状アンテナ61乃至63と、略1点で交わる3本の線状アンテナ64乃至66とを、横方向に並置している。

なお、図15の(A)では、便宜的に黒枠で示したものは、PCB基板内部であることを意味している。

[0126] 図15の(B)を参照すると、図15の(A)に例示した、アンテナ61乃至63と、アンテナ64乃至66と、の2組の横方向の並びを、さらに上下方向で対照的に繰り返している。

アンテナ61'乃至63'は、アンテナ61乃至63と対比して、縦方向及び／又は横方向に対照的に配置することができる。

アンテナ64'乃至66'は、アンテナ64乃至66と対比して、縦方向及び／又は横方向に対照的に配置することができる。

[0127] 図15の(B)を参照すると、近接する2つの線状アンテナの成す内角の二等分線を通る、三角形の内心が丸印で例示されている。

例えば、線状アンテナ61と62と、点線で示された仮想の線によって三角形が形成されており、丸印は、その三角形の内心に相当する。

[0128] 計4つの丸印で示された内心は、それぞれ、基板の中心と最も近接するものが選ばれている。

これら4つの丸印を通るように接続線を引くことで、図15の(B)に例示した計12本のアンテナ61乃至66、61'乃至66'を1つに結ぶことができる。

[0129] 図15の(C)を参照すると、基板の中心70に対して、3本のアンテナから成る放射状の組み合わせの4組(61乃至63、64乃至66、61'乃至63'、64'乃至66')をそれぞれ接続している。

例えば、左下の3本のアンテナ61乃至63の組み合わせでは、その交点71を起点として、隣り合う線状アンテナ61と62の成す内角の二等分線に相当する接続線73が引かれている。交点71では、3本のアンテナ61

乃至 63 が接続されている。

[0130] この接続線 73 は、図 15 の (B) に例示した丸印に相当する内心 74 を通ることを理解されたい。接続線 73 は、内心 74 で向きを変え、基板の中心点 70 に至る。

他の 3 本のアンテナの組 (64 乃至 66、61' 乃至 63'、64' 乃至 66') についても、同様に、各中心点 72、71'、72' と、基板の中心点 70 とを結ぶ接続線を引くことができる。

[0131] 従って、計 12 本の線状アンテナ (61 乃至 63、64 乃至 66、61' 乃至 63'、64' 乃至 66') は、すべて、基板の中心点 70 で結ばれている。

このように、図 15 に例示したマルチ・アンテナ 10'' についても、各線状アンテナの接続の仕方は、図 1 乃至図 14 に例示したマルチ・アンテナ 10、10' と同様に行うことができる。

特に、2 本の線状アンテナを略 1 点で交差させる場合と同様に、3 本の線状アンテナを略 1 点で交差させる場合であっても、接続線は、2 辺の成す内角の二等分線に沿って、内心を通るように選択される。

図 15 に例示したマルチ・アンテナ 10'' についても、図 1 乃至図 14 に例示したマルチ・アンテナ 10、10' と同様に、様々な変更例が含まれ得ることを理解されたい。

[0132] 以上、図 1 乃至図 15 に例示した実施例では、マルチ・アンテナ 10、10'、10'' は、いずれも、複数本の線状アンテナを 1 つに結ぶことを共通の特徴としている。

例えば、図 2 の (A) に例示した実施例では、接続線 30、40 によって、複数本の線状アンテナ 11 乃至 24 を一筆書きで結んでいる。

特に、接続線 30 は、上下及び左右で対称的に構成され、8 つの内心で折れ曲がっている。次に、この特徴的な配置及び接続を補助するための手段について説明する。

## 実施例 2

[0133] 図16の(A)及び(B)を参照すると、上記マルチ・アンテナ10、10'、10''に含まれる線状アンテナ11乃至24、接続線30、40等の配置と接続を補助するインターフェイス基板(小基板)110が例示されている。

[0134] インターフェイス基板110の本体112は、多角形をモデルとして構成されている。本実施例では、正8角形を基調として形成されている。正8角形は、各辺の長さがすべて等しく、それぞれの内角も135度、中心角は45度で一定となっている。

インターフェイス基板110の本体112は、正多角形状に構成されるとともに、本体の各角114に2端子接続を可能とするコネクタを配置可能にしている。

[0135] このインターフェイス基板110は、幾何学的に対称またはフラクタルに構成され得るマルチ・アンテナ10、10'、10''の各接続部分への適用を容易にしている。

図16の(A)及び(B)に例示したように、インターフェイス基板110は、複数の角に配置されるコネクタを利用して、本体112の内部で電流の流れを様々な構成することができる。

図16の(A)及び(B)に例示したインターフェイス基板110は、マルチ・アンテナ10、10'、10''に関する線状アンテナ(ダイポール・アンテナ)、線状アンテナと一体の整流器、FPCケーブルと組み合わせる用いることができる。

[0136] このインターフェイス基板を複数用いることで、図16の(C)に例示するように様々な形態のマルチ・アンテナを構成することができる。

図16の(C)を参照すると、複数本の線状アンテナから成るマルチ・アンテナに対するインターフェイス基板110の適用例が示されている。

各線状アンテナは中央に整流器を有し、その位置でインターフェイス基板のコネクタと接続可能にされている。インターフェイス基板は、他のコネクタの位置でFPCケーブルや制御器等と接続可能にされている。



インターフェイス基板は、内部にスイッチ機構を有しており、線状アンテナ、FPCケーブル及び制御器との接続を自由に切替え、選択することができる。

[0137] 図16の(A)及び(B)に例示したインターフェイス基板110は、本体112の内部で自由に接続が変更できるようにスイッチで構成することも可能である。

図16の(A)及び(B)に例示したように、すべてのインターフェイス基板110は、各アンテナと接続する場合は2入力、2出力角度をつけるだけの途中の場合は1入力1出力とすることができる。

[0138] 制御器からインターフェイス基板内のスイッチを制御することで、マルチ・アンテナを再構成(リコンフィギュラブル)可能となっている。

インターフェイス基板を使用することで、3種類の基板パターンのみ(部品実装はその都度切り替えられる)で、あらゆるパターンを接続できる。この際、すべてフレキシブル基板として、片面実装とすることができる。従って、設計及び製造上で有利となっている。

[0139] インターフェイス基板110を用いることで、マルチ・アンテナの設計変更への適用が容易となる。

さらに、インターフェイス基板110を用いることで、マルチ・アンテナに対して強い応力や熱等の負荷がかかった場合でも、耐性を増すことが可能となる。

さらに、インターフェイス基板110を半田、コネクタ、テープなどで接合し、筐体に収めることで、環境に溶け込むことを容易にする。

[0140] 図17の(A)乃至(C)を参照すると、図16の(A)及び(B)に例示したインターフェイス基板の他の態様が例示されている。

図17の(A)に例示した正8角形のインターフェイス基板110では、図16の(A)及び(B)に例示したように、2端子コネクタの取付け位置が8つに限定されていた。また、隣り合う各コネクタの間の角度は45度であり、その角度よりも小さな角度で2つの接続線をつなげることはできな

った。また、インターフェイス基板 110 の本体 112 は、正 8 角形に沿って形成されていたが、そのように輪郭を定めることで、製造コストが増大する虞があった。

[0141] 図 17 の (B) 及び (C) を参照すると、同図の (A) に例示した正 8 角形のインターフェイス基板 110 の改良が例示されている。

図 17 の (B) を参照すると、正 16 角形に拡張したフレキシブル基板 110' の本体 112' が例示されている。この場合、コネクタの設置位置を増やすに従って、その輪郭を一層複雑にしている。

図 17 の (C) を参照すると、正 16 角形に拡張するとともに、その輪郭をよりシンプルにしたフレキシブル基板 120 の本体 122 が例示されている。

[0142] 図 17 の (C) に例示したフレキシブル基板 120 では、本体 122 上の計 16 個の異なる位置 124 に 2 端子コネクタを配置することができる。隣り合う各コネクタ 124 の間の角度は 22.5 度であり、実施例 1 で説明したマルチ・アンテナ 10、10'、10'' の多くの態様に適用できるようになっている。

なお、フレキシブル基板 120 は、本体 122 上の計 20 個の異なる位置に 2 端子コネクタを配置することができる。この場合、隣り合う各コネクタの間の角度は 18 度であり、実施例 1 で説明したマルチ・アンテナ 10、10'、10'' のさらに他の態様に適用できるようにしてもよい。

さらに、フレキシブル基板 120 は、本体 122 上により多くの数の 2 端子コネクタを配置できることを理解されたい。

[0143] さらに、図 17 の (C) に例示したように、フレキシブル基板 120 の本体 122 の輪郭を四角形にしている（1 枚の正方形基板に載せている）。本体 122 の表面上で、多様な 2 端子コネクタの位置 124 を確保しながら、本体 122 の形状を簡略化することで（平面視で略四角形）、輪郭を複雑にすることによる製造コストの増大を抑えている。

この場合、本体 122 を略四角形に構成するとともに、その上に複数の 2

端子コネクタを高さ方向で位置をずらして配置してもよい。

[0144] 図18の(A)に例示するように、フレキシブル基板120の本体122の正16角形の各位置124で、2端子コネクタ126を装着することができる。このように、コネクタは、模式的に1本で示されているが、実際には2本の配線を持ったコネクタと配線のペアとして構成される。本体122の外枠はPCB基板の外枠を意味している。

図18の(B)に例示するように、フレキシブル基板120の正16角形の全ての位置124で2端子コネクタ126を装着することができる。

または、フレキシブル基板120の16個の位置124のうちに必要なものに限定して(例えば2か所)、2端子コネクタ126を装着することができる。従って、フレキシブル基板120の設計変更への適用の容易化とその製造コストの抑制とを実現することができる。

[0145] 図19を参照すると、図17及び図18に例示したフレキシブル基板110'、120を複数用いることで、図2の(B)に例示したマルチ・アンテナ10を構成することが例示されている。

マルチ・アンテナ10を構成する各線状アンテナ11乃至24、接続線30及び40はその位置の向きを様々にしているが、すべての接続箇所、図18に例示したフレキシブル基板110'、120を適用することができる。

[0146] フレキシブル基板110'、120を用いることで、マルチ・アンテナ10の構成が容易となっている。なお、図19では、フレキシブル基板110'を例示しているが、フレキシブル基板120を替わりに用いることは可能である。

例えば、図2の(B)では、マルチ・アンテナ10の最も外側の上辺に位置する線状アンテナ23に対して、接続線31が67.5度で交差することが例示されている。しかしながら、実装上、これら2つをオフセットすることが求められることがある。

[0147] 図19では、最も外側の上辺に位置する線状アンテナ23に対して、やや

下方で結ばれるように、真下に延びる接続線 3 1' を追加している。この 2 つは、フレキシブル基板 1 1 0' を用いて接続することができる。

即ち、フレキシブル基板 1 1 0' の 2 端子コネクタを介して、接続線 3 1、3 1' をつなげている。このうち、接続線 3 1 は、反対側の端部で他のフレキシブル基板 1 1 0' の 2 端子コネクタとつなげられている。そのフレキシブル基板 1 1 0' は、他の位置の 2 端子コネクタで横方向に延在する接続線 3 3 とつなげられている。

[0148] 本実施例では、接続線 3 1 は、近接配置される 2 本の線状アンテナ 1 2 及び 2 0 の成す内角の 2 等分線に沿って配置される。実装上、この配置と接続を基板上で直接行う場合、手間がかかることが考えられる。

本実施例では、フレキシブル基板 1 1 0' の所定位置のコネクタに接続線 3 1 等をつなげるだけで、簡単かつ迅速にこの内角の 2 等分線に沿って接続線 3 1 を配置し、接続することができる。

[0149] 上述のように、接続線 3 1 は、近接配置される 2 本の線状アンテナ 1 2、2 0 及び 1 9 の成す三角形の内心 3 2 にて向きを変える。さらに、近接配置される 2 本の線状アンテナ 1 9 及び 2 0 の成す内角の 2 等分線に沿って配置される接続線 3 3 とつなげられる。実装上、この配置と接続を基板上で直接行う場合、手間がかかることが考えられる。

本実施例では、フレキシブル基板 1 1 0' の所定位置のコネクタに接続線 3 1、3 3 をつなげるだけで、簡単かつ迅速にこの内角の 2 等分線に沿って接続線 3 1 を配置し、内心 3 2 で向きを変え、他の接続線 3 3 につなげることができる。なお、内心 3 2 の位置は、フレキシブル基板の中心位置として自動的に定めることができる。

[0150] 以上のように、マルチ・アンテナ 1 0 の設計に基づいて、フレキシブル基板 1 1 0' のコネクタに接続線 3 1、3 3・・・を接続することで、比較的複雑に構成される接続線 3 0 を効率的に得ることができる。さらに、接続線 3 0 の向きを変える場所（内心）でフレキシブル基板 1 1 0' の中心位置が配置されるため、マルチ・アンテナ 1 0 の強度が高められている。この結果

、比較的強い応力や熱等の負荷が加わった場合でも、マルチ・アンテナ 10 の耐性を確保することができる。

[0151] 以上、図 1 乃至図 19 を参照して、本実施例に係るマルチ・アンテナ 10、10'、10'' とフレキシブル基板 110'、120 について説明した。

次に、図 20 の (A) 及び (B) を参照して、図 1 乃至図 19 に例示したマルチ・アンテナ 10、10'、10'' とフレキシブル基板 110'、120 を含む受電装置 1 について説明する。

[0152] 「受電装置 1 の適用例」

上述のように、本実施例では、WPT (ワイヤレス電力伝送) を利用して、PC、センサ、アクチュエータ、ロボット、機器等に対して、ワイヤレスにエネルギーを送電することができる。その実施形態は、様々に構成できる。

[0153] 図 20 の (A) を参照すると、WPT の受電装置 1 の適用例が概略的に例示されている。同図に示すように、受電装置 1 の外部には、送電装置が設けられており、送電装置は外部にエネルギー E を送電している。受電装置 1 に内蔵されるマルチ・アンテナ 10、10'、10'' は、外部からワイヤレスに送電されるエネルギー E を受電可能なように構成されている。受電装置 1 は、MCU (制御器) と有線で接続することができ、受電に関するデータを MCU に送信することができる。例えば、受電装置は、MCU に対して、受電量をフィードバックすることができる。

[0154] 図 20 の (B) を参照すると、受電装置 1 の使用形態について、概略図が示されている。上述のように、平面的、湾曲的、又は立体的に構成されるマルチ・アンテナ 10、10'、10'' を含む受電装置 1 は、図 1 の (A) に例示したデスクマットや、図 14 の 下方 に例示したオブジェの他、様々な態様で利用することができる。図 20 の (B) では、受電装置 1 の他の形態の例が、符号 1a 乃至 1e を用いて概略的に例示されている。

[0155] 例えば、受電装置 1a は、3次元空間内で天井から吊り下げられる形態でもよい。例えば、コードまたはチェーン等で天井から吊り下げる照明の形態

で、受電装置 1 a を配置してもよい。照明のシェードまたは傘の平面または曲面を利用して、マルチ・アンテナを配置してもよい。受電装置 1 a は、照明の他、天井から吊り下げられる任意の形態でもよい。

[0156] 例えば、受電装置 1 b は、3次元空間内で部屋の壁に取付けられる形態でもよい。例えば、釘等により壁または柱等に取り付けられる掛け時計のように、受電装置 1 b を配置してもよい。掛け時計の盤面を利用して、マルチ・アンテナを配置してもよい。受電装置 1 b は、時計の他、壁または柱に取り付けられる任意の形態でもよい。

[0157] 例えば、受電装置 1 c は、3次元空間内で床の上で立脚または自立する形態でもよい。例えば、三脚等の床の上に設けられた設置台上の絵、ポスター等の額縁又は板のように、受電装置 1 c を配置してもよい。額縁等の枠の中を利用して、マルチ・アンテナを配置してもよい。受電装置 1 c は、絵又は板の他、床の上で自立する任意の形態でもよい。

[0158] 例えば、受電装置 1 d は、3次元空間内で床の上に置かれた形態でもよい。例えば、棚または机として、受電装置 1 d を配置してもよい。棚または机の少なくとも1つの側面を利用して、マルチ・アンテナを配置してもよい。受電装置 1 d は、棚または机の他、床の上に置かれる任意の形態でもよい。例えば、机の上に置かれるシートまたはオブジェの側面にマルチ・アンテナを配置するように受電装置 1 d を構成してもよい。

[0159] 例えば、受電装置 1 e は、3次元空間内で移動可能な形態でもよい。例えば、ビジネスバッグ、手提げバッグの1つの側面に、受電装置 1 e を配置してもよい。例えば、ビジネスバッグ、手提げバッグの略長方形の裏面を利用して、マルチ・アンテナを配置してもよい。受電装置 1 e は、鞆の他、移動可能な任意の形態でもよい。例えば、携帯電話の側面にマルチ・アンテナを配置するように受電装置 1 e を構成してもよい。

他、受電装置 1 は、机の四隅に配置することも可能である。また、机が設置される部屋の側面、天井又は床上に配置することも可能である。

[0160] 以上、受電装置 1、1 a 乃至 1 e は、WPT（ワイヤレス電力伝送）を利

用して、P C（パソコン）、センサ、アクチュエータ、ロボット、機器等に対して、ワイヤレスにエネルギーを送電することができる。

この送電のターゲットは、他、携帯電話、P D A（携帯情報端末）、ワイヤレス・マイク、ワイヤレスU S B、ワイヤレス・シアター、ワイヤレス・テレビ、ワイヤレス・カメラ、ワイヤレス・ヘッドフォン、ワイヤレス・マウス、ワイヤレス・キーボード、ワイヤレス・ルータ、ワイヤレス・プリンタ等でもよい。

受電装置1、1 a乃至1 eは、これらターゲットと有線で結ぶことができる。それらの間に、任意の種類の蓄電装置等を介在させてもよい。さらに、受電装置1、1 a乃至1 eは、これらターゲットと一体化されてもよい。

[0161] 図1の（B）に例示したように、受電装置1、1 a乃至1 eは、可撓性を有するシート状または他の任意の形状に構成された本体を有し、その本体に内蔵したF P C 4上にマルチ・アンテナ1 0、1 0'、1 0''を配置することができる。

フレキシブル基板は、自由自在に曲げたり折ったりすることができるとともに、回路パターンを形成することもできる。フレキシブル基板は、F P C（Flexible Printed Circuit）とも呼ばれる。また、部品は実装できないが配線ができるF F C（Flexible Flat Cable）もある。

[0162] 図1の（B）に例示したように、本実施例では、マルチ・アンテナ1 0、1 0'、1 0''を基板4上に配置するが、例えば、フレキシブル基板4上に配置する。フレキシブル基板4には、F P CとF F Cとが含まれ得る。

図21を参照すると、フレキシブル基板4について、見た目、形態、部品実装・パターン、形状変更、コスト、リードタイムの各観点から、F P CとF F Cとを対比し示している。この図から理解できるように、F P CとF F Cとには、それぞれ、長所と短所がある。本実施例では、実施環境に応じて、F P CとF F Cとを用いることができる。

なお、本実施例では、マルチ・アンテナ1 0、1 0'、1 0''を配置す

る基板の形状、寸法、素材等は任意に選ばれ得ることを理解されたい。

- [0163] 受電装置 1 の本体又は筐体内では、F P C 又は F F C を任意の手段から取付けることができる。例えば、その取付けでは、はんだ接着、コネクタ装着、銅箔テープ接着等を利用できる。

はんだ接着では、量産性が高いという利点があるものの、接着時の熱による基板の劣化が起こり得るという課題がある。

コネクタ装着では、再構成が容易という利点があるものの、コネクタを用いるために厚みが大きくなりやすいという課題がある。

銅箔テープ接着では、薄くて熱がかからないという利点があるものの、量産性に課題がある。

本実施例では、実施環境に応じて、これらを用いることができる。

- [0164] 以上、図面を参照して、本実施例にかかるマルチ・アンテナについて説明したが、本実施例は、図示した形態に限定されないことを理解されたい。

例えば、本実施例にかかるマルチ・アンテナは、アンテナを保護するレドームと呼ばれるカバーと組み合わせることができる。

さらに、レドームは、その内部で、アンテナの背後に金属板を設置して、反射波を生成させて、アンテナの指向性を増やすことができる。

または、本実施例にかかるマルチ・アンテナは、室内の壁または天井等に設置した金属板を用いて、反射の状況を生成させてもよい。

- [0165] また、上記説明では、線状アンテナとして、ダイポール・アンテナを好適な例として説明したが、本実施例は、その形態に限定されないことを理解されたい。

例えば、本実施例にかかるマルチ・アンテナは、その一部または複数を、ボウタイダイポール、モノポールアンテナ、逆 F 型アンテナ等の他の線状の導体と置換したり、組み合わせて用いてもよい。

- [0166] さらに、本実施例にかかるマルチ・アンテナは、かならずしも、そのすべてをまっすぐな線状アンテナから構成されなくてもよい。本実施例にかかるマルチ・アンテナは、その一部または複数を、ジグザグに折り曲げたメアン



ダ状や、略一転から放射状に延在する星形状などの配置と置換したり、組み合わせで用いてもよい。

[0167] さらに、本実施例にかかるマルチ・アンテナは、その一部または複数を、メタマテリアルの概念を利用したアンテナと置換したり、組み合わせで用いてもよい。メタマテリアルとは、金属や誘電体、磁性体で規則正しい構造を周期的に並べて、電磁波の波長に関係して特徴的な物理現象を人工的に作り出す人工媒質のことである。

[0168] また、本実施例にかかるマルチ・アンテナは、平衡電流の流れをよくするため、任意のデバイス等を追加できることを理解されたい。例えば、実施形態によっては、阻止管（シュベルトップ）、バラン（BALUN）等の従来のアンテナ技術で採用可能な任意のデバイス等を追加することができる。

[0169] また、上記説明では、特にワイヤレスに伝送されるエネルギーの受電に関するが、その通信の方式は任意である。例えば、ワイヤレスLAN、Bluetooth（登録商標）等の任意の通信の方式を採用できることを理解されたい。

[0170] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0171] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

なお、上述の実施例は少なくとも特許請求の範囲に記載の構成を開示している。

## 符号の説明

[0172] 1…受電装置、4…基板又はFPC、10、10'、10''…マルチ・アンテナ、11乃至24…線状アンテナ（ダイポール・アンテナ）、30、40…接続線（DC接続線）、110、110'、120…フレキシブル基板

## 請求の範囲

- [請求項1]           基板と、  
                  前記基板を4つの領域に画定するように、略十字形に配置された、  
                  計2本の線状アンテナと、  
                  前記4つの領域の夫々において、略十字形に配置された、計8本の  
                  線状アンテナと、  
                  前記4つの領域を囲むように、前記基板上で最も外側において、略  
                  四角形の4辺に配置された計4本の線状アンテナと、  
                  前記線状アンテナの14本のすべてを、時計回り又は反時計回りで  
                  一筆書き状に結んだ接続線と、  
                  を含む、マルチ・アンテナ。
- [請求項2]           基板と、  
                  前記基板を4つの領域に画定するように、略十字形に配置された、  
                  計2本の線状アンテナと、  
                  前記4つの領域の夫々において、略十字形に配置された、計8本の  
                  線状アンテナと、  
                  前記線状アンテナの10本のすべてを、時計回り又は反時計回りで  
                  一筆書き状に結んだ接続線と、  
                  を含む、マルチ・アンテナ。
- [請求項3]           前記接続線は、2本の前記線状アンテナの間を通る際、前記2本の  
                  線状アンテナの成す内角の二等分線に沿って配置される、請求項1又  
                  は2に記載のマルチ・アンテナ。
- [請求項4]           前記接続線は、3本の前記線状アンテナの間を通る際、前記3本の  
                  線状アンテナの成す三角形の内角の内心を通るように配置される、請  
                  求項3に記載のマルチ・アンテナ。
- [請求項5]           前記基板上で定められる1つの円と、前記基板上で定められる1つ  
                  の正方形との交点として、計8つ内心の位置が一意的に定められる、  
                  請求項4に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項6] 前記計 8 本の線状アンテナによって、基板上の略中央で略十字形に配置された前記 2 本の線状アンテナに対して 4 5 度の角度で傾斜する正方形が定められ、

前記 4 5 度の角度で傾斜する正方形の各頂点の位置と、各辺の中心の位置と、前記内心の位置と、を結ぶように、前記接続線の輪郭が一意的に定められる、請求項 5 に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項7] 前記計 8 本の線状アンテナによって、基板上の略中央で略十字形に配置された前記 2 本の線状アンテナに対して 4 5 度の角度で傾斜する正方形が定められ、

前記接続線は、前記 4 5 度の角度で傾斜する正方形の内側と外側とを順に通るように、前記内心を通る、請求項 5 に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項8] 前記 4 つの領域における略十字形の配置は、それぞれ、前記基板に対する傾斜角度を実質的に同一にして、前記接続線を前記基板に対して上下及び／又は左右で対称にした、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項9] 前記 4 つの領域における略十字形の配置は、それぞれ、前記基板に対する傾斜角度を実質的に非同一にして、前記傾斜角度が同一の場合と比較して、前記線状アンテナの指向性をより高めた、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項10] 前記 4 つの領域における略十字形の配置は、それぞれ、前記基板に対する傾斜角度を 22.5 度または 18 度の角度で、時計回り又は反時計回りで段階的に増大または減少させた、請求項 9 に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項11] 前記線状アンテナは、それぞれ、同一の形状と寸法を有するダイポール・アンテナであって、それぞれ中心に整流器を備えた、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項12] 多角形を基調として、複数の 2 端子のコネクタを配置可能にしたイ

ンターフェイス基板を用いて、少なくとも2つの前記接続線を取付け可能にした、請求項1から11のいずれか1項に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項13] 前記インターフェイス基板は、前記複数の2端子のコネクタの隣り合う角度を22.5度または18度に統一的に定めた、請求項12に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項14] 前記インターフェイス基板は、実質的に四角形の本体を有する、請求項12又は13に記載のマルチ・アンテナ。

[請求項15] ワイヤレス電力伝送(WPT)に基づいて、3次元空間内でワイヤレスに送電されるエネルギーを受電する受電装置であって、  
本体と、

前記本体に内蔵された、請求項1から14のいずれか1項に記載のマルチ・アンテナの1つ又は複数と、

前記本体に内蔵された、前記マルチ・アンテナの機能を発揮させるための回路と、

を含み、

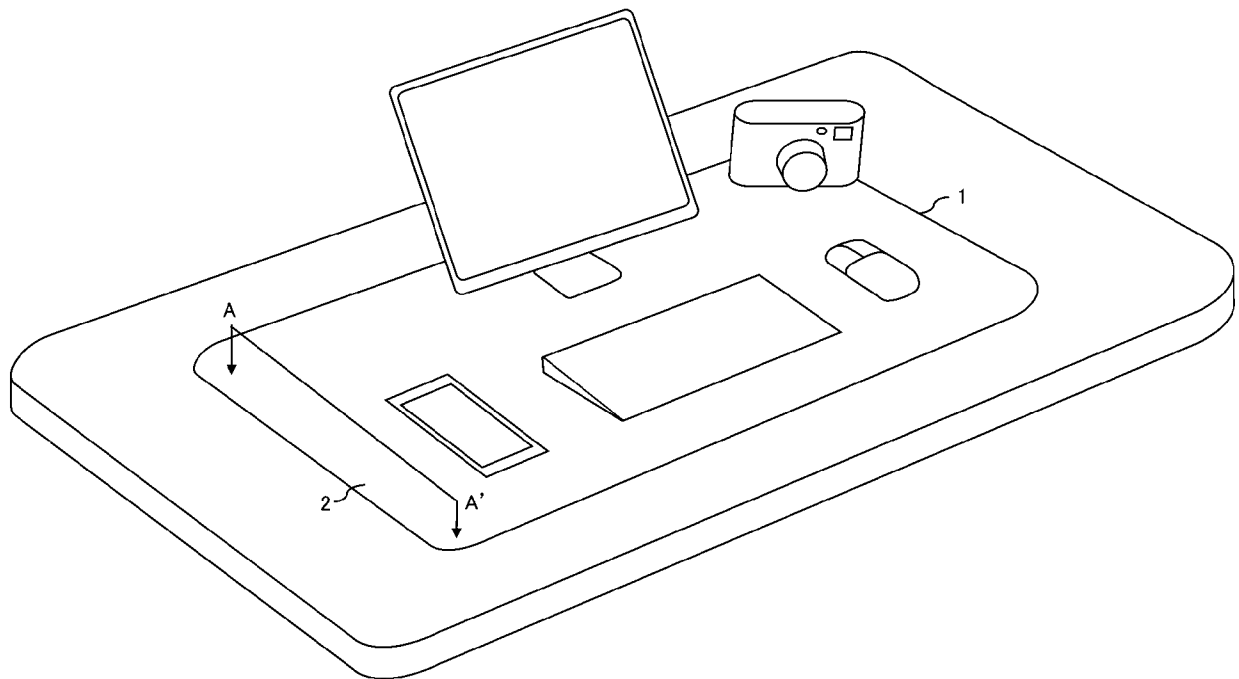
前記マルチ・アンテナは、縦方向及び／又は横方向で、少なくとも2つ繰り返して配置され、いずれも直並列に接続された、受電装置。

[請求項16] 前記本体は、可撓性を有するシート状に構成され、基板としてフレキシブル基板を用いて、前記マルチ・アンテナを前記基板上に配置した、請求項15に記載の受電装置。

[請求項17] 前記本体は、少なくとも2つの面を有する多面状に構成され、マルチ・アンテナを前記少なくとも2つの面のそれぞれの上に配置した、請求項15に記載の受電装置。

[図1]

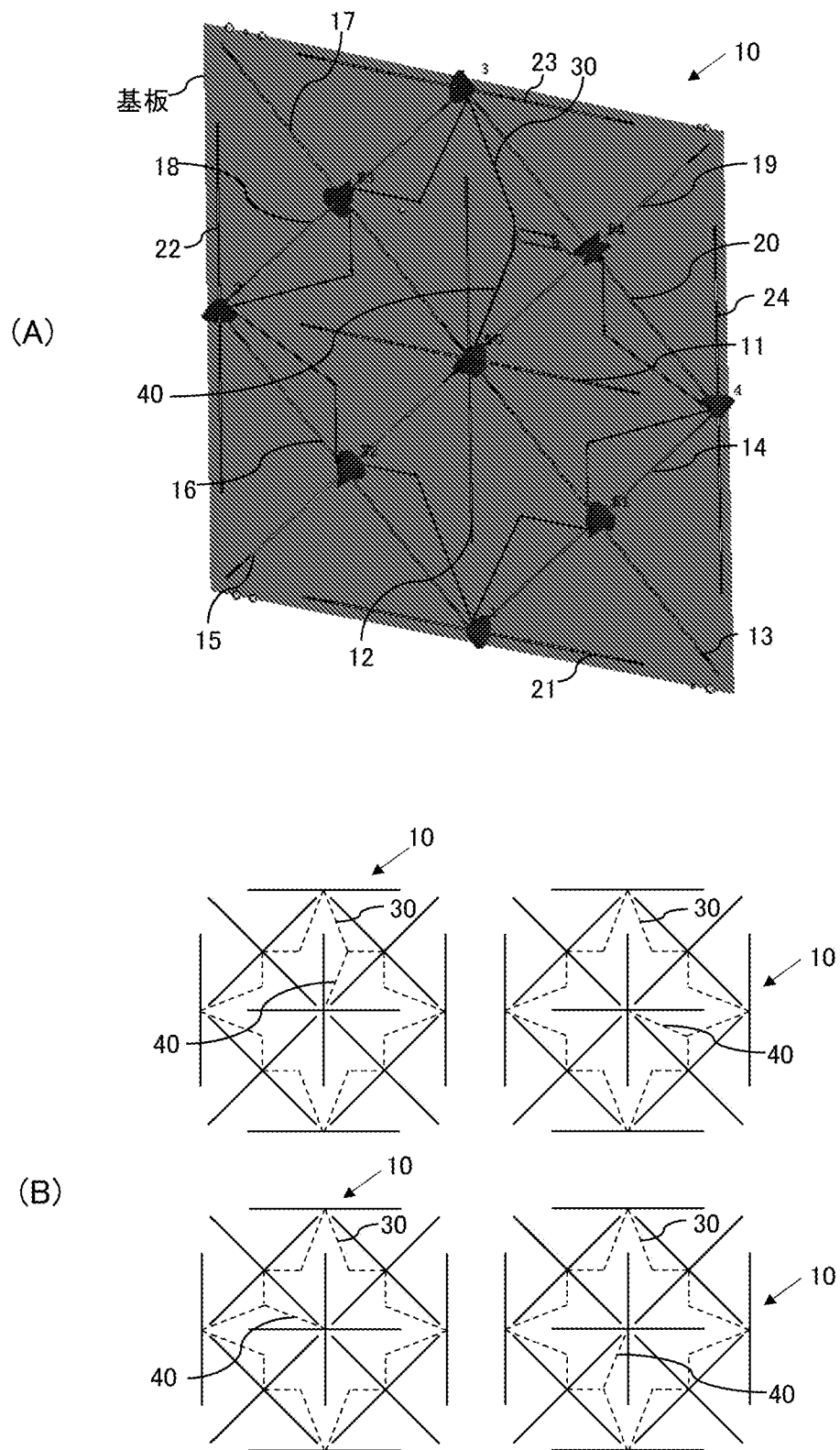
(A)



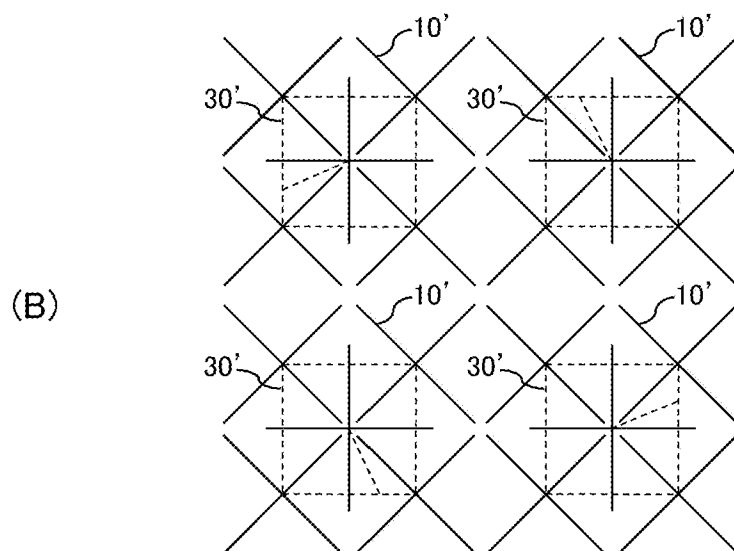
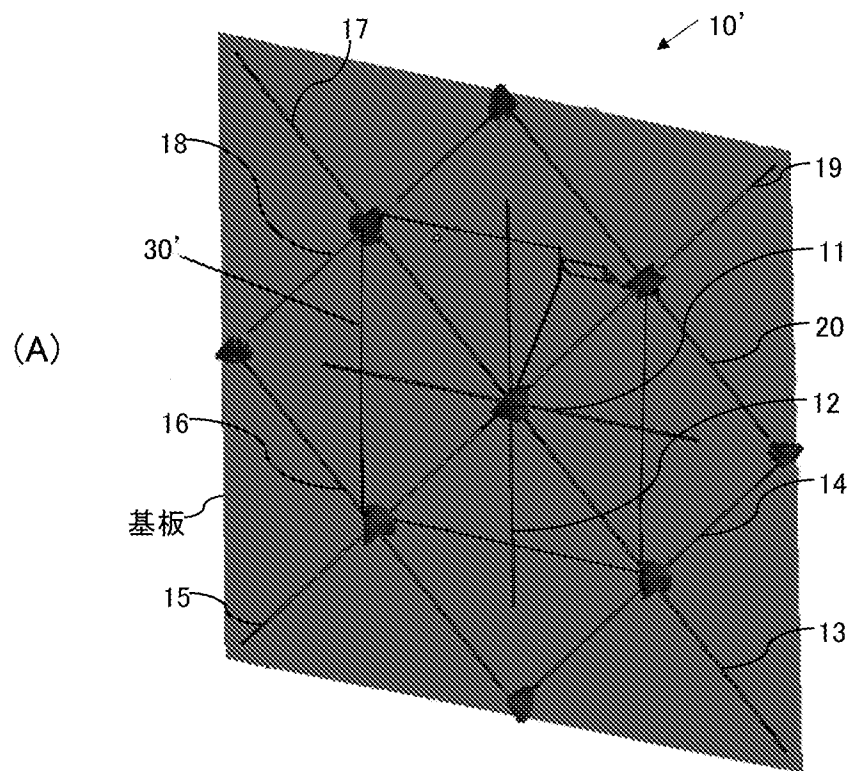
(B)



[図2]

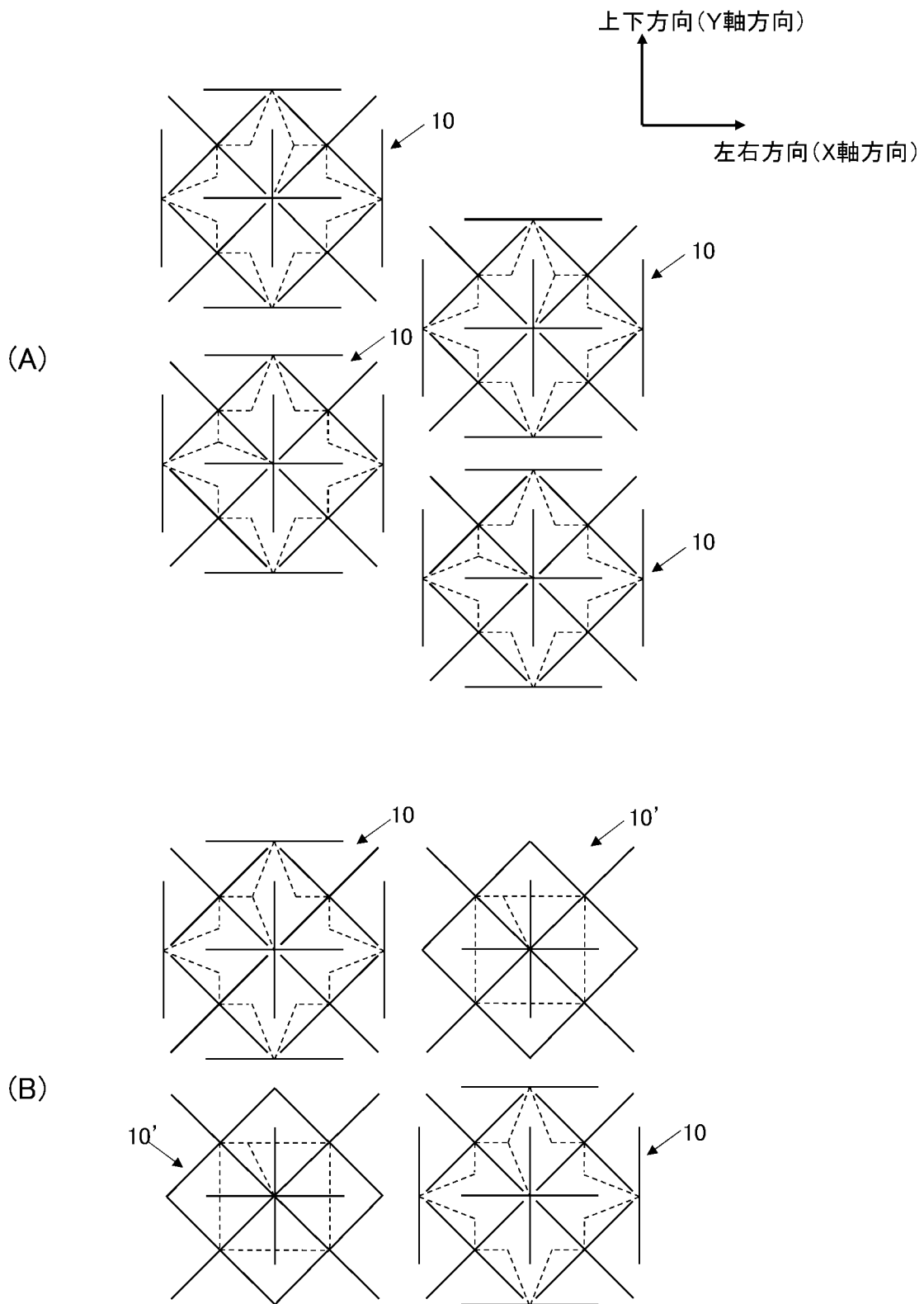


[図3]





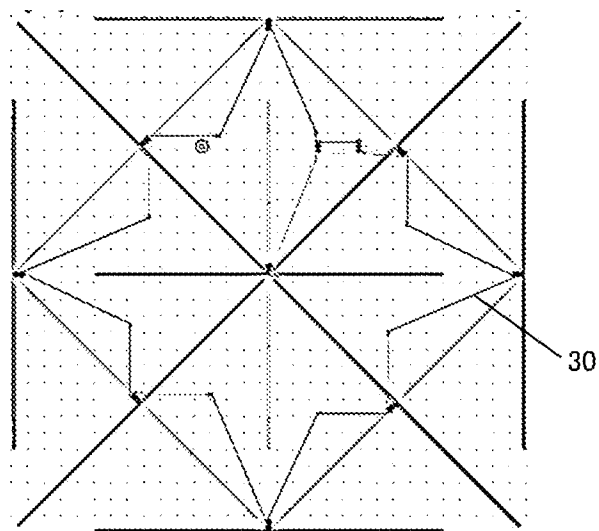
[図4]



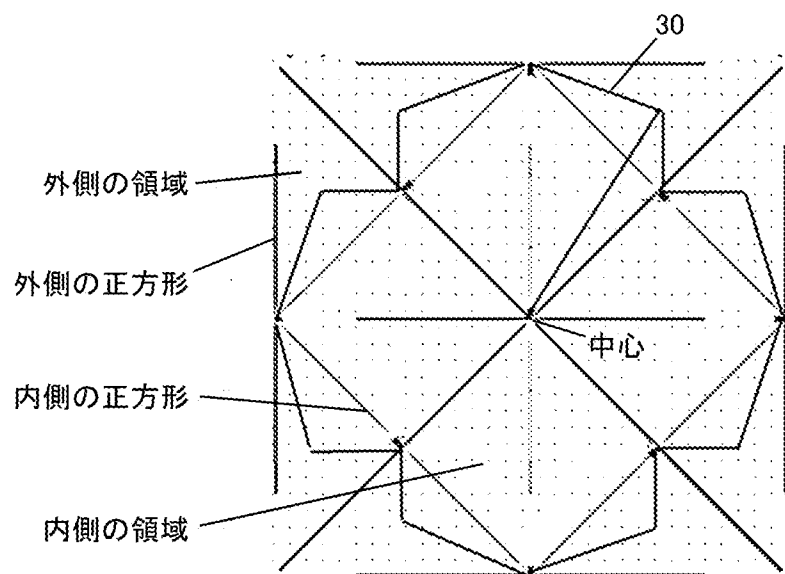


[図7]

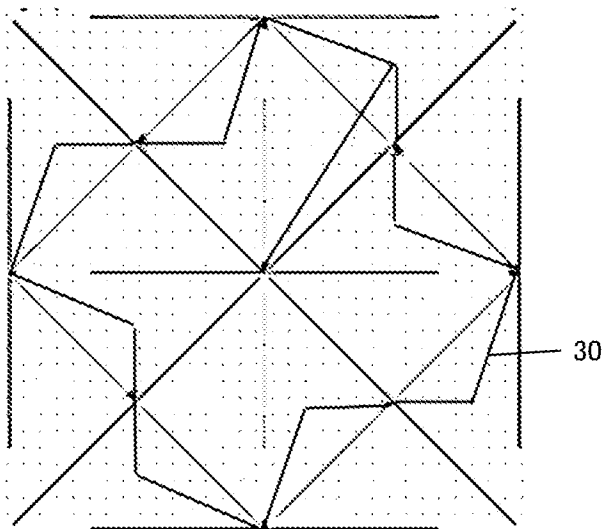
(A)



(B)

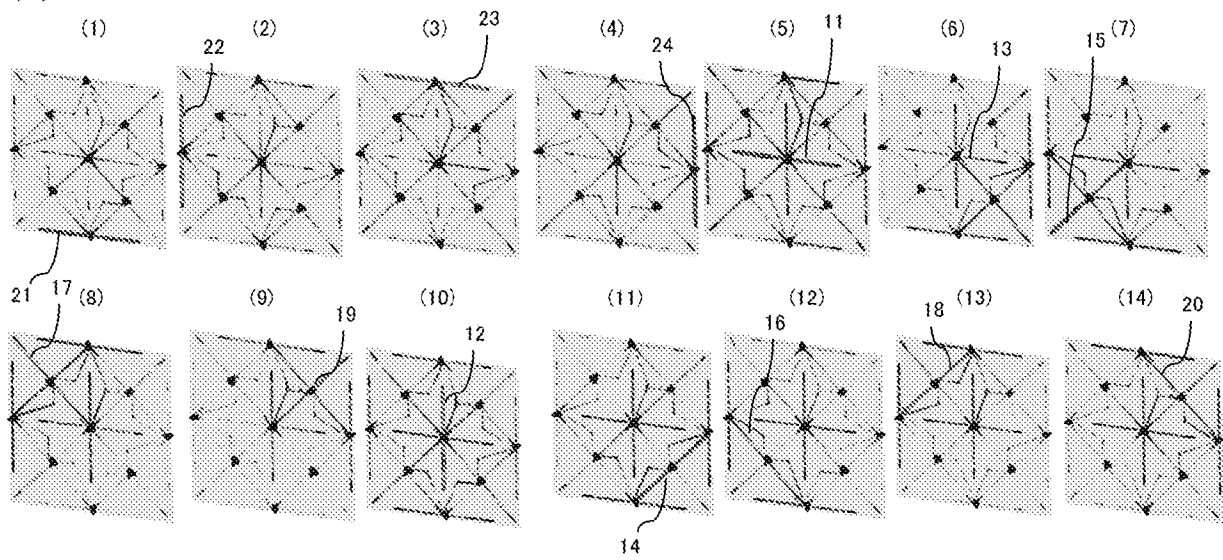


(C)

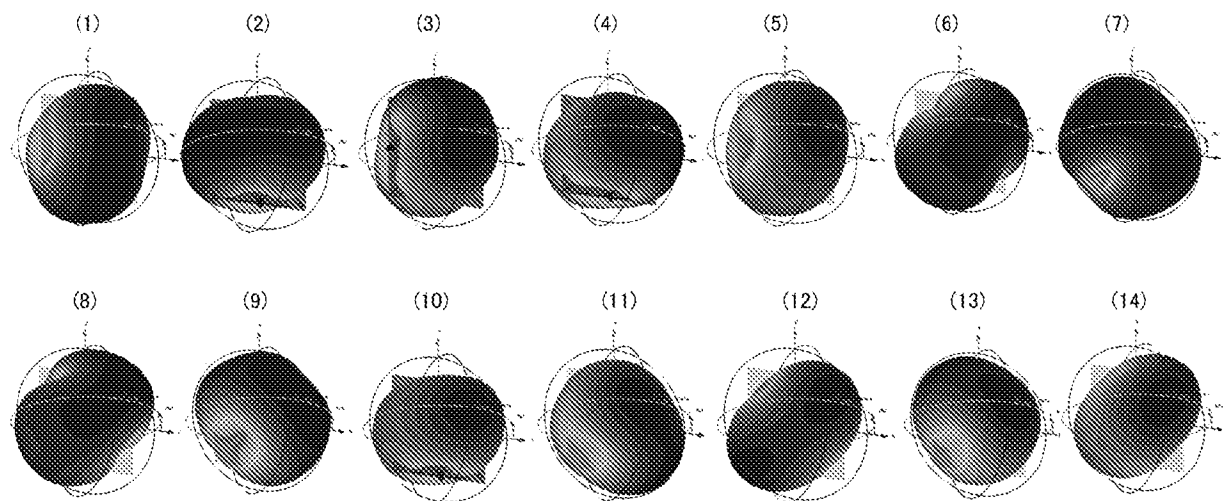


[図8]

(A)

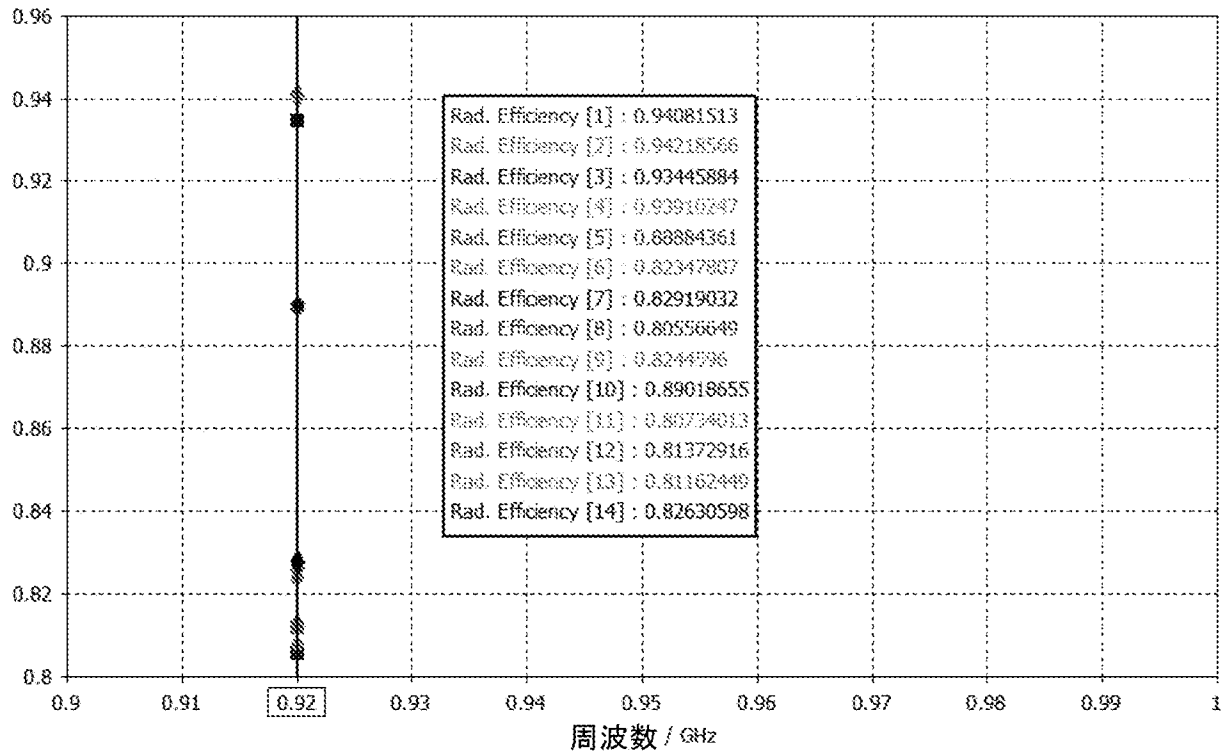


(B)

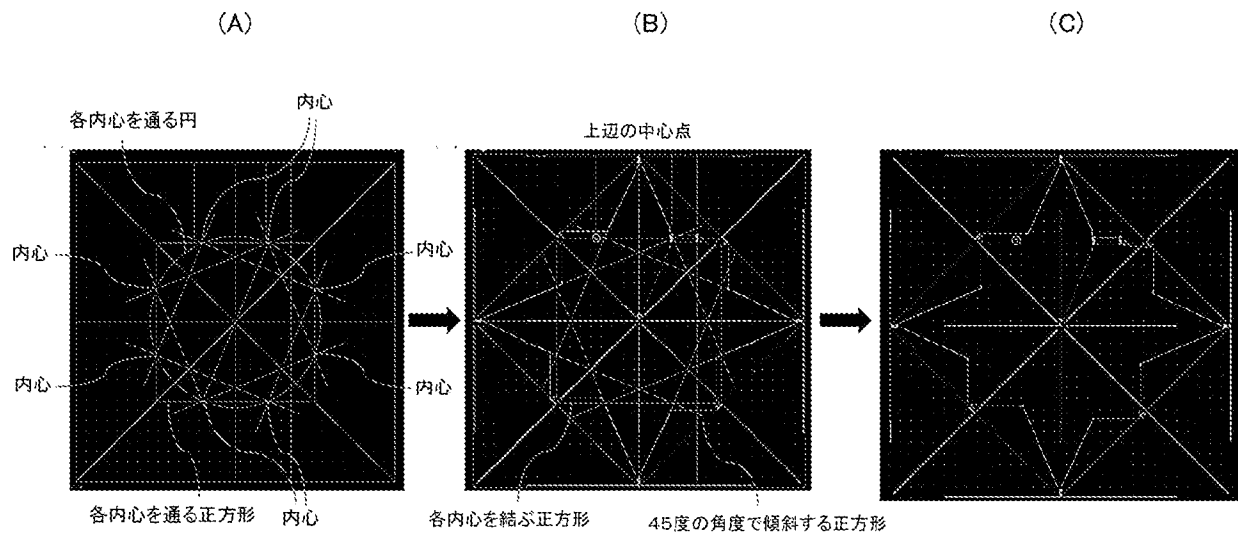


[図9]

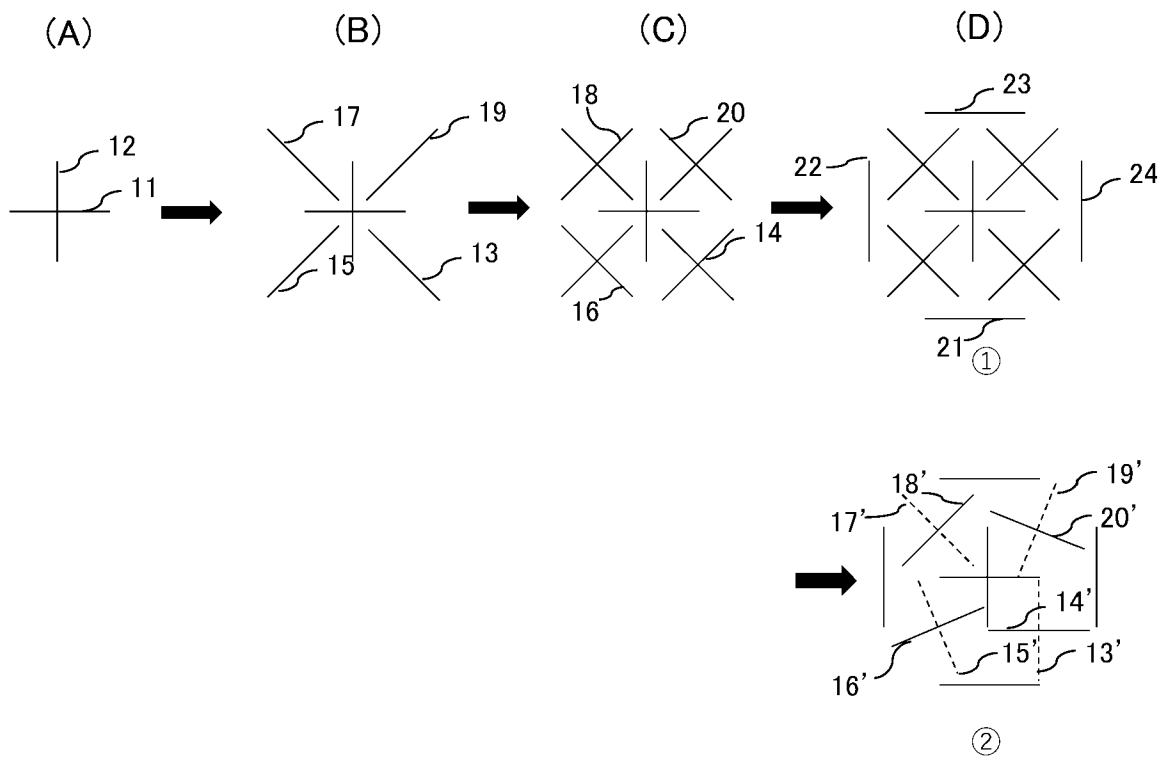
## 放射効率



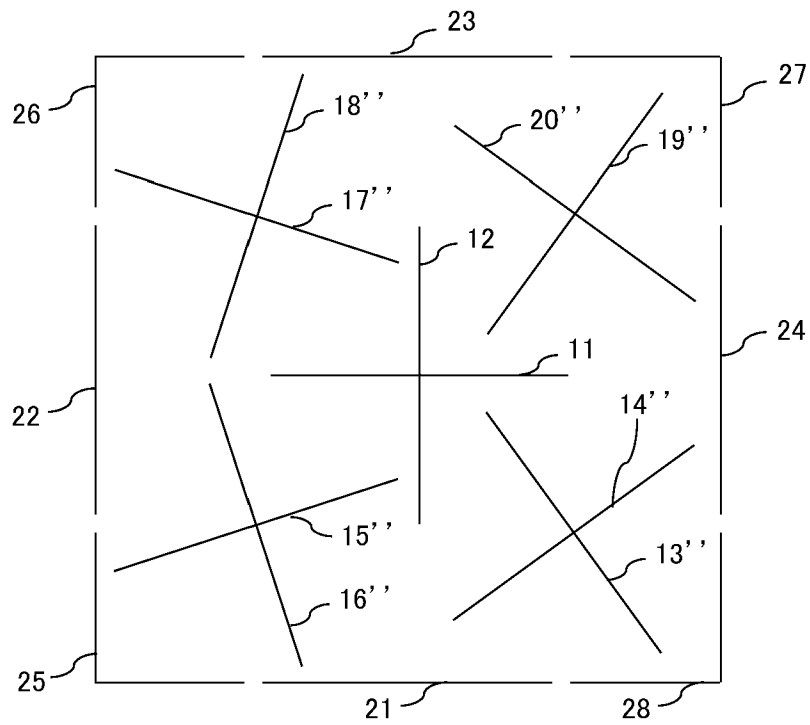
[図10]



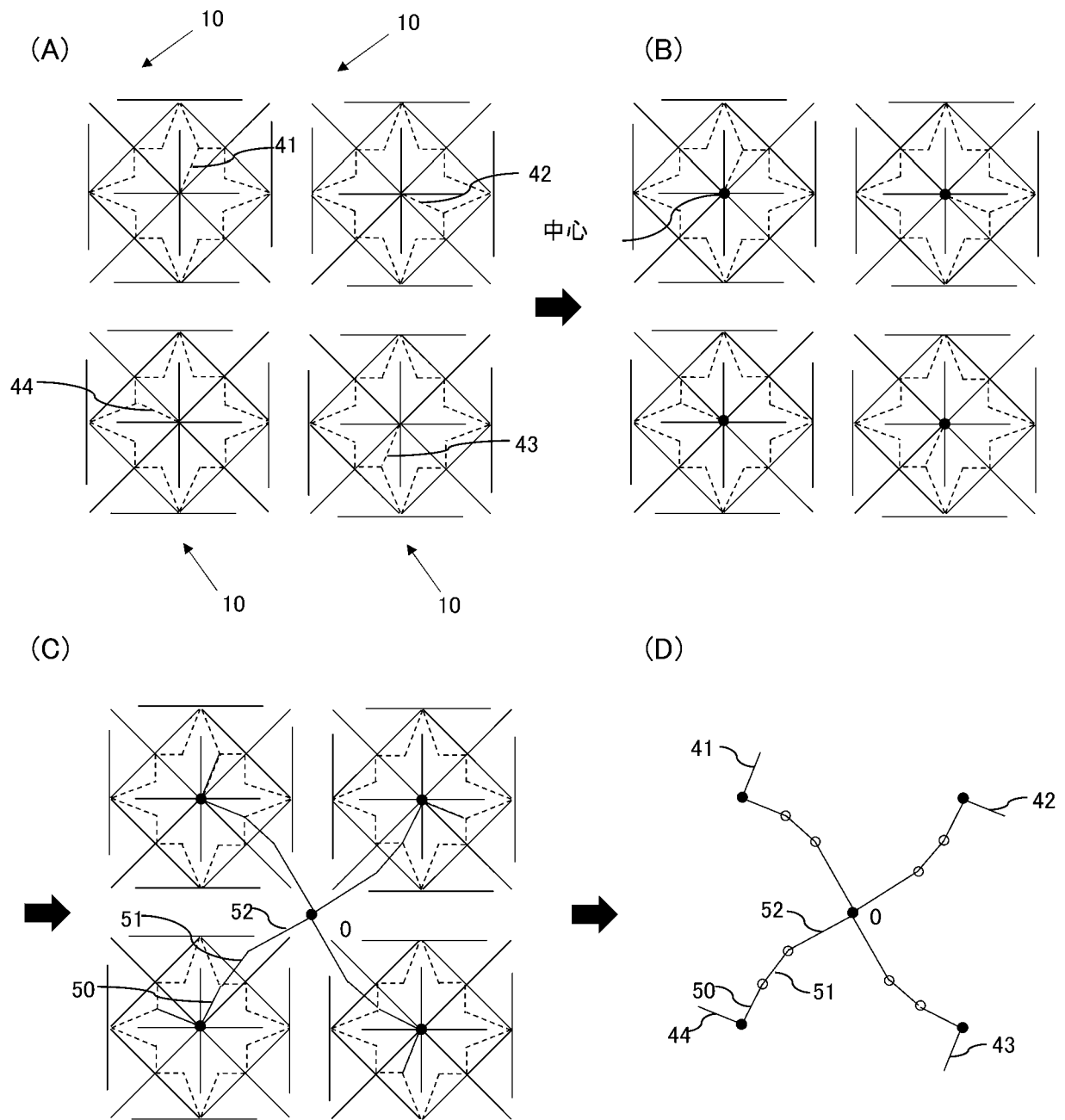
[図11]



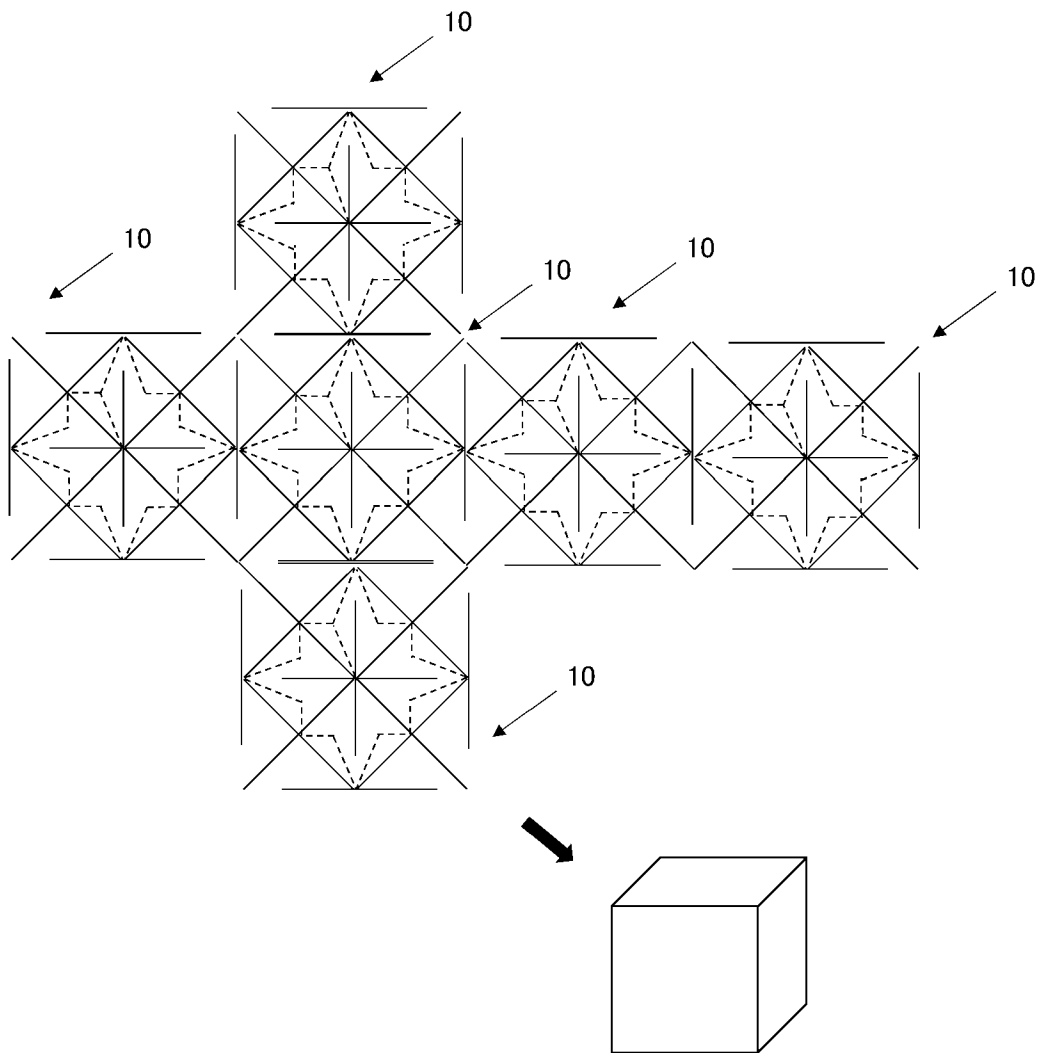
[図12]



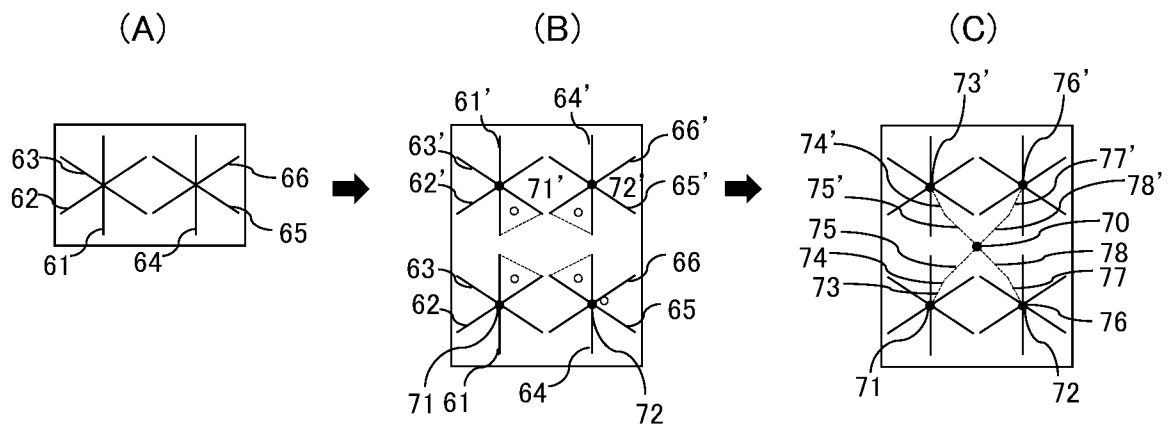
[図13]



[図14]



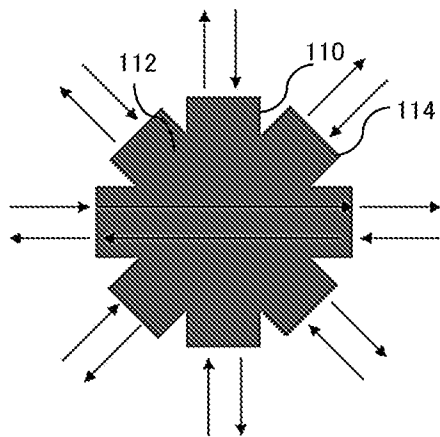
[図15]



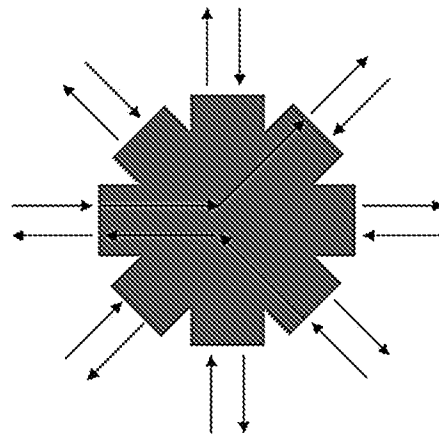


[図16]

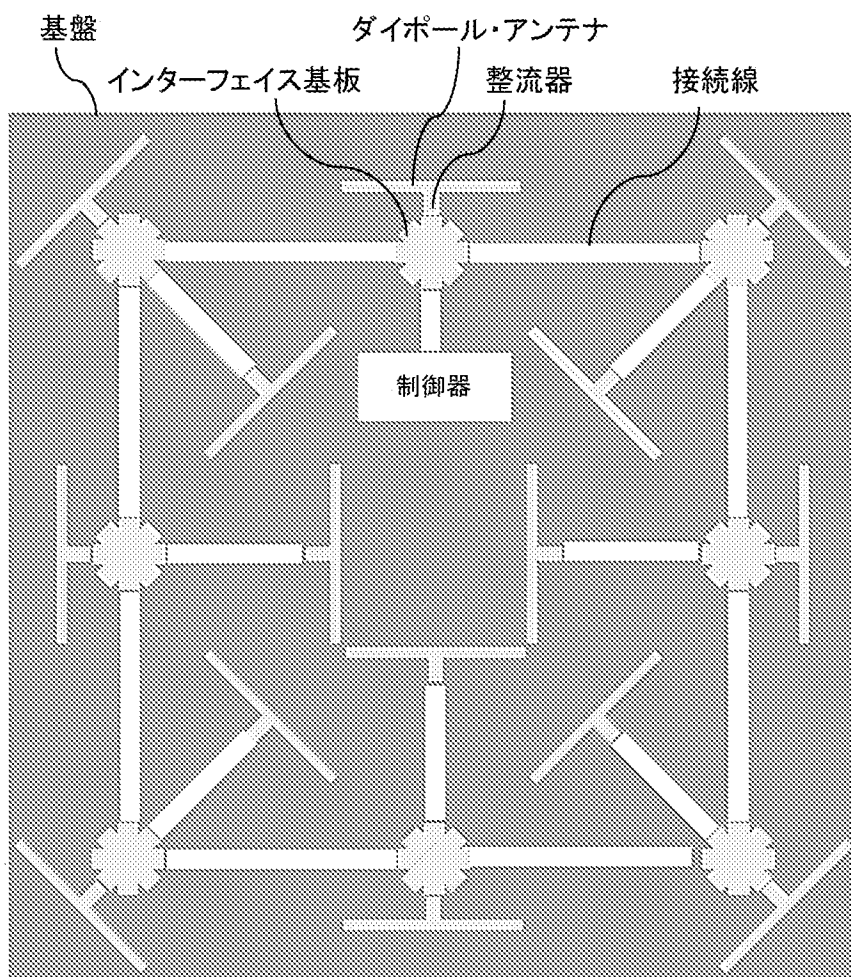
(A)



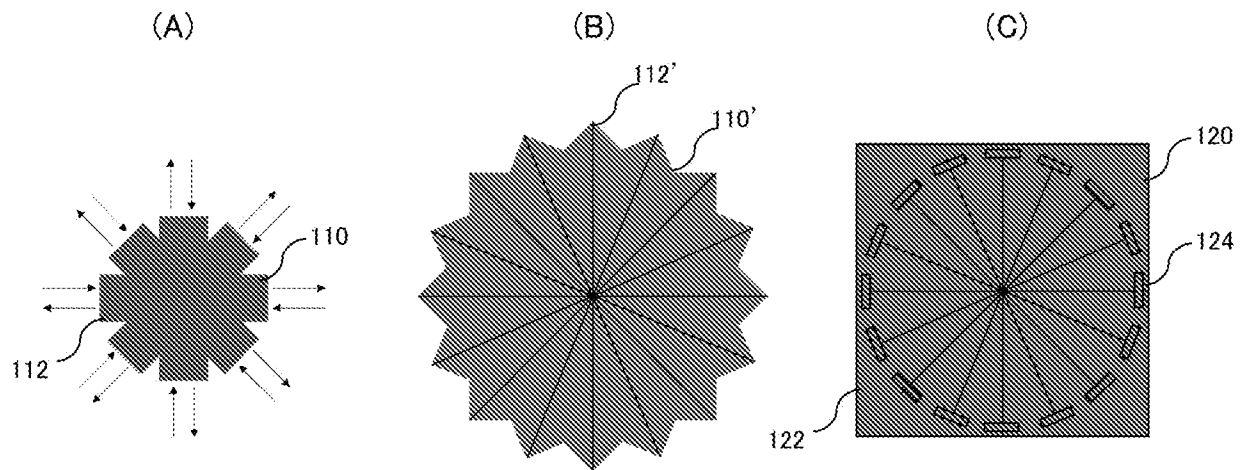
(B)



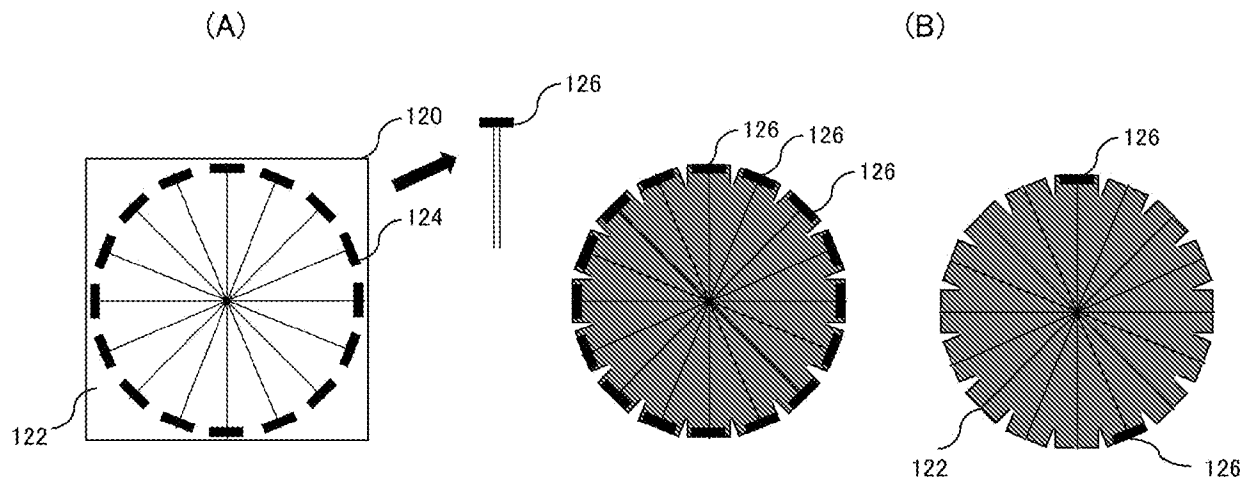
(C)



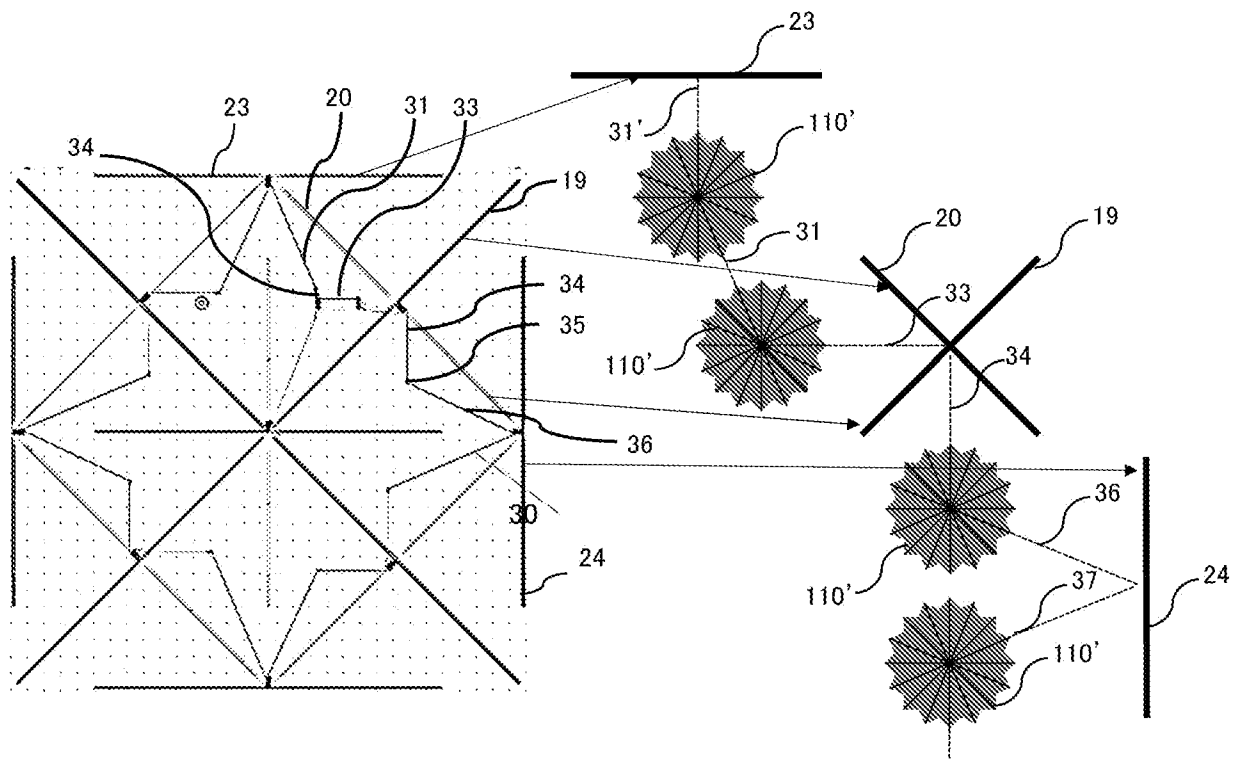
[図17]



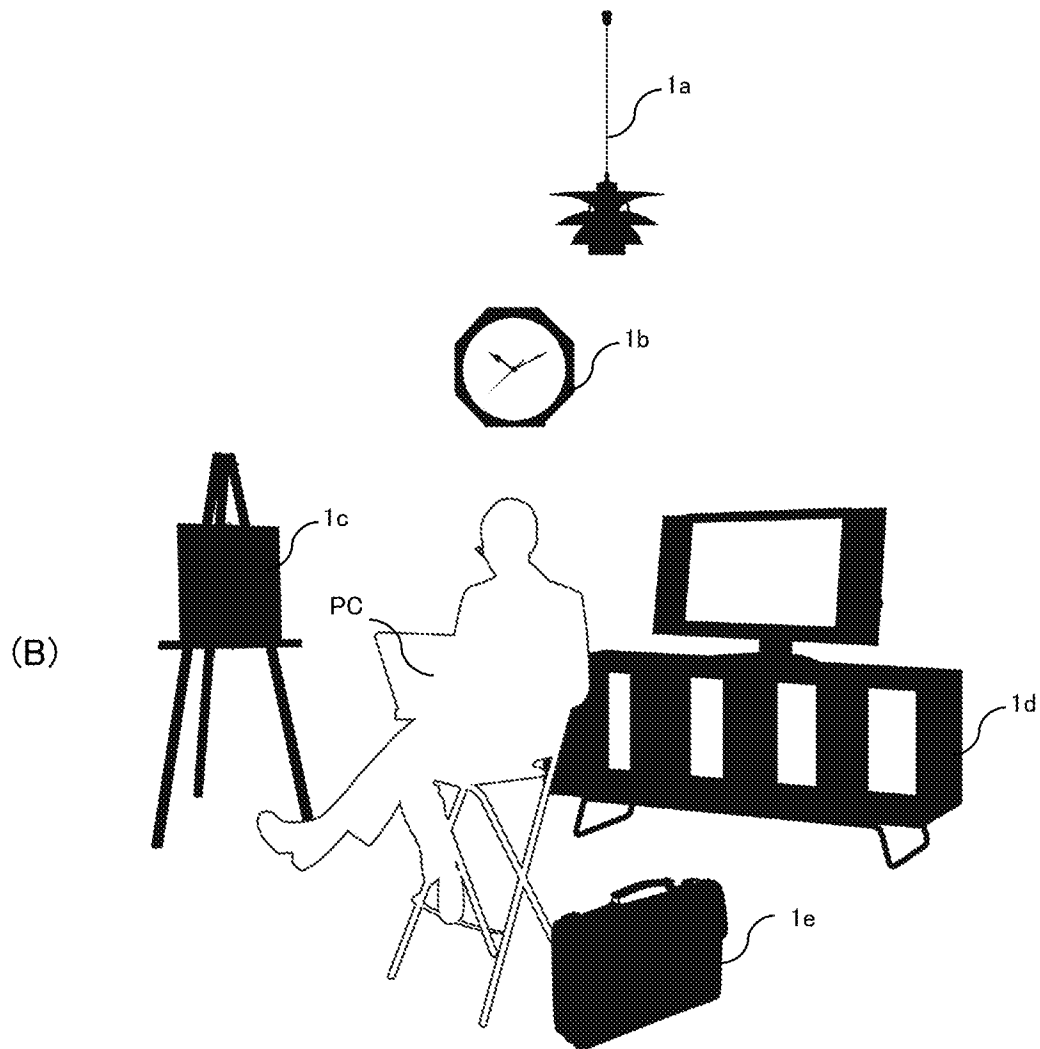
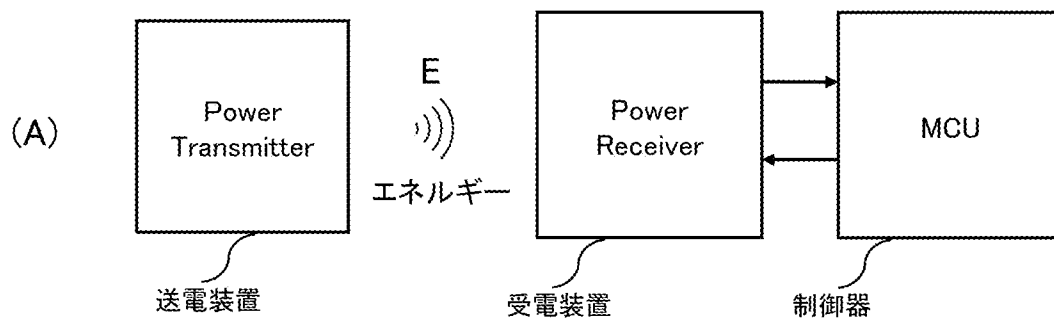
[図18]



[図19]



[図20]

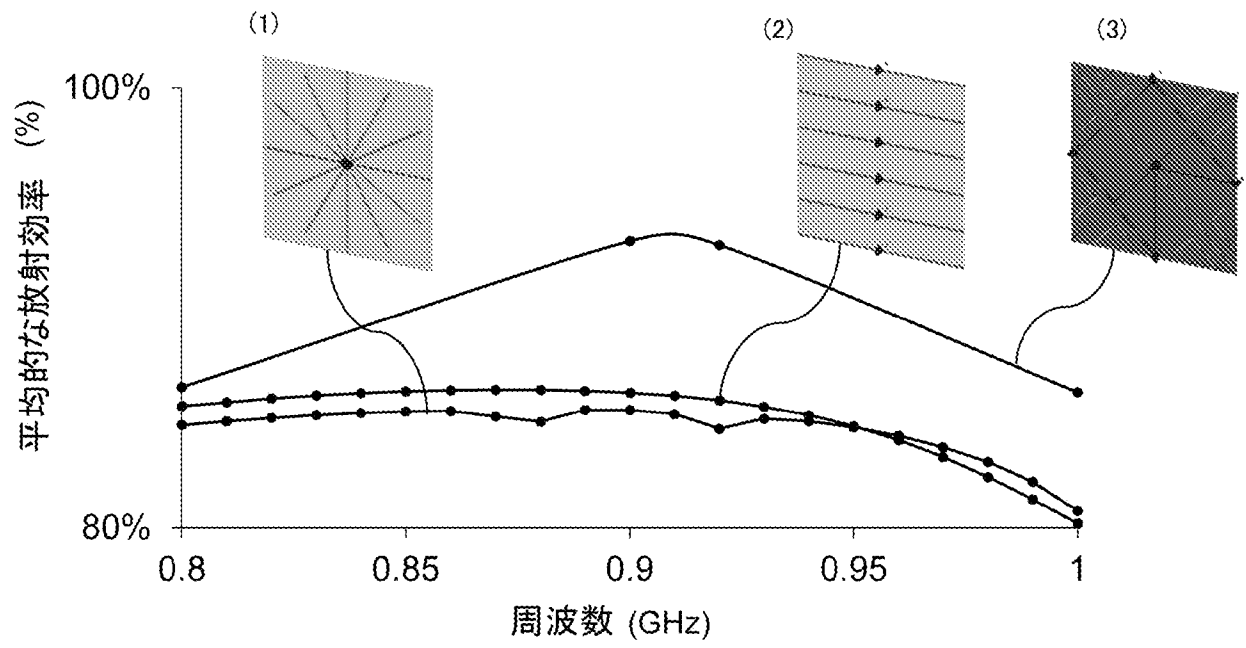


[図21]

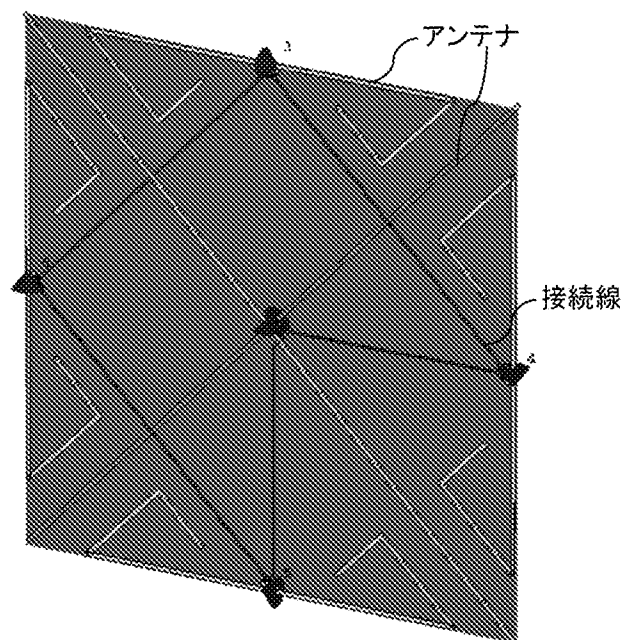
|               | FPC(Flexible Printed Circuits)<br>フレキシブルプリント基板                                    | FFC(Flexible Flat Cable)                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 見た目           |  |  |
| 形態            | 基板<br>(シート状に展開できる限り<br>形状は自由)                                                     | ケーブル<br>(ストレート形状のみ)                                                                |
| 部品実装・<br>パターン | 可能                                                                                | 不可                                                                                 |
| 形状変更          | 出来ない<br>(型を作り直しになる)                                                               | 出来る<br>(長さ変更のみ)                                                                    |
| コスト           | 高い<br>(実装によりけりだが、部品費用で<br>FFCよりゼロが増えるレベル+金型費用)                                    | 安い                                                                                 |
| リード<br>タイム    | 長い                                                                                | 短い                                                                                 |

[図22]

(A)



(B)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/031812

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01Q 9/16**(2006.01)i; **H01Q 21/20**(2006.01)i

FI: H01Q9/16; H01Q21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q9/16; H01Q21/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2008-167248 A (DX ANTENNA CO., LTD.) 17 July 2008 (2008-07-17)<br>entire text, all drawings                                        | 1-17                  |
| A         | JP 2010-503356 A (KMW INC.) 28 January 2010 (2010-01-28)<br>entire text, all drawings                                                 | 1-17                  |
| A         | JP 2001-185950 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 06 July 2001 (2001-07-06)<br>entire text, all drawings                                   | 1-17                  |
| A         | JP 05-175727 A (ATR OPTICAL AND RADIO COMMUNICATIONS RESEARCH<br>LABORATORIES) 13 July 1993 (1993-07-13)<br>entire text, all drawings | 1-17                  |
| A         | WO 2016/084003 A1 (GALTRONICS CORPORATION LTD.) 02 June 2016 (2016-06-02)<br>entire text, all drawings                                | 1-17                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 November 2021

Date of mailing of the international search report

16 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/031812**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |                 | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2008-167248 | A  | 17 July 2008                         | US                      | 2008/0252523    | A1                                   |
| JP                                        | 2010-503356 | A  | 28 January 2010                      | CN                      | 101548434       | A                                    |
|                                           |             |    |                                      | KR                      | 10-2008-0023605 | A                                    |
|                                           |             |    |                                      | US                      | 2009/0278759    | A1                                   |
|                                           |             |    |                                      | WO                      | 2008/032951     | A1                                   |
| JP                                        | 2001-185950 | A  | 06 July 2001                         | CN                      | 1348620         | A                                    |
|                                           |             |    |                                      | EP                      | 1158608         | A1                                   |
|                                           |             |    |                                      | US                      | 6426730         | B1                                   |
|                                           |             |    |                                      | WO                      | 2001/048868     | A1                                   |
| JP                                        | 05-175727   | A  | 13 July 1993                         | (Family: none)          |                 |                                      |
| WO                                        | 2016/084003 | A1 | 02 June 2016                         | CN                      | 107431270       | A                                    |
|                                           |             |    |                                      | US                      | 2016/0156110    | A1                                   |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01Q 9/16(2006.01)i; H01Q 21/20(2006.01)i<br>FI: H01Q9/16; H01Q21/20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                   |                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| B. 調査を行った分野                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |                                                                       |
| 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H01Q9/16; H01Q21/20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                       |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2021年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2021年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2021年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                       |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                       |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                       |
| 引用文献の<br>カテゴリー*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                 | 関連する<br>請求項の番号                                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2008-167248 A (DXアンテナ株式会社) 17.07.2008 (2008-07-17)<br>全文, 全図                   | 1-17                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2010-503356 A (ケーエムダブリュ・インコーポレーテッド) 28.01.2010 (2010-01-28)<br>全文, 全図          | 1-17                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2001-185950 A (三菱電機株式会社) 06.07.2001 (2001-07-06)<br>全文, 全図                     | 1-17                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 05-175727 A (株式会社エイ・ティ・アール光電波通信研究所) 13.07.1993 (1993-07-13)<br>全文, 全図          | 1-17                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WO 2016/084003 A1 (GALTRONICS CORPORATION LTD.) 02.06.2016 (2016-06-02)<br>全文, 全図 | 1-17                                                                  |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                   |                                                                       |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献<br>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                   |                                                                       |
| 国際調査を完了した日<br>09.11.2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   | 国際調査報告の発送日<br>16.11.2021                                              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                   | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>佐藤 当秀 5K 3784<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3556 |



国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/031812

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献 |                 |    | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|-------------|-----------------|----|-----|
| JP   | 2008-167248 | A  | 17.07.2008 | US          | 2008/0252523    | A1 |     |
| JP   | 2010-503356 | A  | 28.01.2010 | CN          | 101548434       | A  |     |
|      |             |    |            | KR          | 10-2008-0023605 | A  |     |
|      |             |    |            | US          | 2009/0278759    | A1 |     |
|      |             |    |            | WO          | 2008/032951     | A1 |     |
| JP   | 2001-185950 | A  | 06.07.2001 | CN          | 1348620         | A  |     |
|      |             |    |            | EP          | 1158608         | A1 |     |
|      |             |    |            | US          | 6426730         | B1 |     |
|      |             |    |            | WO          | 2001/048868     | A1 |     |
| JP   | 05-175727   | A  | 13.07.1993 | (ファミリーなし)   |                 |    |     |
| WO   | 2016/084003 | A1 | 02.06.2016 | CN          | 107431270       | A  |     |
|      |             |    |            | US          | 2016/0156110    | A1 |     |