

## 明 細 書

発明の名称： E B G 構造

関連出願の相互参照

[0001] 本願は、2013年5月30日出願の日本国特願2013-114226号の優先権を主張し、この出願が引用によって組み込まれる。

技術分野

[0002] 本発明は、E B G (Electromagnetic Band Gap) 構造に関する。

背景技術

[0003] 完全導体には、電氣的完全導体 (P E C : Perfect Electric Conductor) と磁氣的完全導体 (P M C : Perfect Magnetic Conductor) とがある。P E Cは、反射波の位相が反転し、リターンロス (例えばアンテナ用の接地面として使用した場合に、無線周波数と受信回路の周波数との不整合により受信電力が低下すること) が大きい。P M Cは、反射による位相の変化がなく、ロスが小さいが、自然界には存在しない。E B G構造は、「特定の周波数帯において全ての入射角及び偏波特性に対して電磁波の伝搬を制御する人工媒質」と定義され、特定の周波数帯でP M Cのように振舞う。すなわち、E B G構造は、特定の周波数帯の電磁波の伝搬を抑制ないし阻止することから、例えば低姿勢アンテナ用の接地面として使用される。

[0004] E B G構造の代表格は、当時U C L Aの博士課程の学生であったSievenpiperが提案したマッシュルーム型である (特許文献1)。これは、複数のトップ電極 (方形状の金属パッチ) が所定間隔で二次元的に配列され、これらのトップ電極がビア (短絡ピン) によってグランド基板に接続された構造である。トップ電極からビア、グランド基板及び隣のビアを経由して隣のトップ電極までの経路にインダクタが形成される。隣り合うトップ電極の間隔にキャパシタが形成される。このインダクタ及びキャパシタがL C並列共振回路を構成する。つまり、インダクタンス成分Lとキャパシタンス成分Cとからなる単位セルが隣接することにより、L C並列共振回路が形成される。複数

のトップ電極が二次元配列されていることから、LC並列共振回路も二次元配列されている。LC並列共振回路の配列構造は、共振周波数において高インピーダンス特性を有し、バンドギャップがEBG構造に形成される。

- [0005] マッシュルーム型EBG構造は、その後、様々な改良が試みられている。その一つは、特許文献2に記載されている。これは、温度等の外的環境条件を変化させることにより、ビアの長さが変化してインダクタンス成分Lが変化する構造である。あるいは、これは、グランド基板の面積が変化してキャパシタ成分Cが変化する構造である。これにより、バンドギャップを形成する周波数帯を変化させることができるとされている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0006] 特許文献1：日本国特表2002-510886号公報  
特許文献2：日本国特開2008-147763号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、これらマッシュルーム型EBG構造に限らず、従前のEBG構造は、いずれもGHzレベルでの周波数帯にバンドギャップ特性を有するものである。大幅な低周波数化（具体的には、MHzレベルさらにはKHzレベルでの周波数帯）を実現したものはまだ存在していない。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 本発明に係るEBG構造は、動作周波数の大幅な低周波数化を実現するためのものであり、グランド基板と、該グランド基板に積層された誘電層と、該誘電層に積層され、一端及び他端を有する導体パターンであって、該一端がグランド基板に電氣的に接続された導体パターンとを備えることを特徴とする。
- [0009] また、本発明に係るEBG構造は、グランド基板と、該グランド基板に積層された第一の誘電層と、該第一の誘電層に積層され、外端及び内端を有す

る第一の導体パターンであって、該外端が前記グラウンド基板に電氣的に接続された第一の導体パターンと、該第一の導体パターンに積層された第二の誘電層と、該第二の誘電層に積層され、中心部及び外端を有する第二の導体パターンであって、該中心部が第一の導体パターンの内端に電氣的に接続された第二の導体パターンとを備えることを特徴とする。

[0010] ここで、本発明に係るE B G構造の一態様として、第一の導体パターンは、渦巻き状に形成されているようにすることができる。

[0011] また、本発明に係るE B G構造の他態様として、第二の導体パターンは、中心部から放射状に延びる線状部と、該線状部のそれぞれ先端に交差し、外端を構成する辺部とを備えるようにすることができる。

[0012] この場合、辺部は、第一の導体パターンの外周に沿って且つ第一の導体パターンよりも外側に配置されているようにすることができる。

[0013] また、本発明に係るE B G構造の別の態様として、複数の第一の導体パターンがマトリクス状に配置され、隣り合う第二の導体パターンの辺部同士が対向するようにして複数の第二の導体パターンがマトリクス状に配置されているようにすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係るE B G構造体の平面図である。

[図2]図2は、同E B G構造体の1セルの平面図である。

[図3]図3は、同E B G構造体の1セルの分解斜視図である。

[図4A]図4Aは、図2のA-A線断面図である。

[図4B]図4Bは、図2のB-B線断面図である。

[図5A]図5Aは、同E B G構造体のバンドギャップ特性図である。

[図5B]図5Bは、トップ電極が設けられる場合と設けられない場合とのそれぞれバンドギャップ特性図である。

[図6]図6は、本発明の他実施形態に係るE B G構造体の平面図である。

[図7]図7は、本発明の別の実施形態に係るE B G構造体の平面図である。

[図8]図8は、本発明のさらに別の実施形態に係るE B G構造体の平面図であ

る。

### 発明を実施するための形態

- [0015] 本実施形態に係るE B G構造は、動作周波数の大幅な低周波数化を実現するためのものであり、グラウンド基板と、該グラウンド基板に積層された誘電層と、該誘電層に積層され、一端及び他端を有する導体パターンであって、該一端がグラウンド基板に電氣的に接続された導体パターンとを備えることを特徴とする。
- [0016] かかる構成によれば、導体パターンの単位セルが少なくとも二つ横並びに配置される場合、導体パターンの他端から一端、グラウンド基板及び隣の導体パターンの一端を経由して隣の導体パターンの他端までの経路にインダクタが形成される。また、この場合、隣り合う導体パターンの間隔にキャパシタが形成される。このインダクタ及びキャパシタがL C並列共振回路を構成する。あるいは、導体パターンの単位セルが一つ配置される場合、導体パターンの他端から一端を経由してグラウンド基板までの経路にインダクタが形成される。また、この場合、導体パターンの他端とグラウンド基板との間隔にキャパシタが形成される。このインダクタ及びキャパシタがL C並列共振回路を構成する。
- [0017] しかも、インダクタンスを形成する経路は、導体パターンにより、グラウンド基板の主面と直交する成分だけでなく、グラウンド基板の主面と平行な成分を有している。そのため、経路長が非常に長くなり、インダクタンス成分Lが極めて大きくなっている。これにより、動作周波数の大幅な低周波数化を実現することができる。
- [0018] また、本実施形態に係るE B G構造は、グラウンド基板と、該グラウンド基板に積層された第一の誘電層と、該第一の誘電層に積層され、外端及び内端を有する第一の導体パターンであって、該外端が前記グラウンド基板に電氣的に接続された第一の導体パターンと、該第一の導体パターンに積層された第二の誘電層と、該第二の誘電層に積層され、中心部及び外端を有する第二の導体パターンであって、該中心部が第一の導体パターンの内端に電氣的に接続

された第二の導体パターンとを備えることを特徴とする。

[0019] かかる構成によれば、第一及び第二の導体パターンの単位セルが少なくとも二つ横並びに配置される場合、第二の導体パターンの外端から中心部、第一の導体パターンの内端から外端、グランド基板及び隣の第一の導体パターンの外端を経由して隣の第二の導体パターンの外端までの経路にインダクタが形成される。また、この場合、隣り合う第二の導体パターンの外端同士の間隔にキャパシタが形成される。このインダクタ及びキャパシタがLC並列共振回路を構成する。あるいは、第一及び第二の導体パターンの単位セルが一つ配置される場合、第二の導体パターンの外端から中心部、第一の導体パターンの内端から外端を経由してグランド基板までの経路にインダクタが形成される。また、この場合、第二の導体パターンの外端とグランド基板との間隔にキャパシタが形成される。このインダクタ及びキャパシタがLC並列共振回路を構成する。

[0020] しかも、インダクタンスを形成する経路は、第一の導体パターンにより、グランド基板の主面と直交する成分だけでなく、グランド基板の主面と平行な成分を有している。そのため、経路長が非常に長くなり、インダクタンス成分Lが極めて大きくなっている。これにより、動作周波数の大幅な低周波数化を実現することができる。

[0021] ここで、本実施形態に係るEBG構造の一態様として、第一の導体パターンは、渦巻き状に形成されているようにすることができる。

[0022] かかる構成によれば、限られた単位セルのスペースで効果的にインダクタンス成分Lを増大させることができる。

[0023] また、本実施形態に係るEBG構造の他態様として、第二の導体パターンは、中心部から放射状に延びる線状部と、該線状部のそれぞれ先端に交差し、外端を構成する辺部とを備えるようにすることができる。

[0024] かかる構成によれば、第一及び第二の導体パターンの単位セルが少なくとも二つ横並びに配置される場合であって、隣り合う第二の導体パターンの辺部同士が対向するようにして単位セルがマトリクス状に配置される場合、第

二の導体パターンのうち、キャパシタを形成する外端は、辺部によって幅広となっている。そのため、キャパシタ成分Cも大きくなっている。さらに、第二の導体パターンのうち、第一の導体パターンと領域が重なる部分は、幅狭の線状部となっている。そのため、第一の導体パターンが形成する地場の大きさが第二の導体パターンによって弱められるのを防止することができる。これらによって、動作周波数のさらなる低周波数化を実現することができる。

[0025] この場合、辺部は、第一の導体パターンの外周に沿って且つ第一の導体パターンよりも外側に配置されているようにすることができる。

[0026] かかる構成によれば、第一の導体パターンが形成する地場に対する辺部の影響が無くなるか、少なくなるため、動作周波数のさらなる低周波数化を実現することができる。

[0027] また、本実施形態に係るE B G構造の別の態様として、複数の第一の導体パターンがマトリクス状に配置され、隣り合う第二の導体パターンの辺部同士が対向するようにして複数の第二の導体パターンがマトリクス状に配置されているようにすることができる。

[0028] かかる構成によれば、第一及び第二の導体パターンの単位セルが少なくとも二つ横並びに配置される場合の上述した各種の作用効果を奏することができる。

[0029] 以上の如く、本実施形態によれば、経路上に導体パターンが設けられ、経路長が非常に長くなることにより、インダクタンス成分Lを大幅に増大させることができる。これにより、動作周波数を大幅に低周波数化することができる。

[0030] 以下、本発明に係るE B G構造の一実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、E B G構造体1の平面図である。E B G構造1は、図2に示す単位セル2が3行×3列のマトリクス状に配置されたものである。なお、3行×3列というのは、あくまでも例示である。単位セル2の数は、一つだけの場合を含め、必要とされる範囲においてE B G構造体を構成する上で

適宜選択されるのは言うまでもない。

- [0031] E B G構造体 1 の単位セル 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、グランド基板 3 と、該グランド基板 3 に積層された第一の誘電層 4 と、該第一の誘電層 4 に積層され、外端 5 0 及び内端 5 1 を有する第一の導体パターン 5 であって、該外端 5 0 がグランド基板 3 に電氣的に接続された第一の導体パターン 5 と、該第一の導体パターン 5 に積層された第二の誘電層 6 と、該第二の誘電層 6 に積層され、中心部 7 0 及び外端 7 1 を有する第二の導体パターン 7 であって、該中心部 7 0 が第一の導体パターン 5 の内端 5 1 に電氣的に接続された第二の導体パターン 7 との積層構造である。
- [0032] グランド基板 3 は、金属板等の導体である。グランド基板 3 は、他の単位セル 2 のグランド基板 3 と電氣的に接続されている。好ましくは、グランド基板 3 は、他の単位セル 2 のグランド基板 3 と一体である。本実施形態では、グランド基板 3 は、E B G構造体 1 の大きさに形成された金属板である。
- [0033] 第一の誘電層 4 は、樹脂板等の絶縁体であり、グランド基板 3 の主面を覆うように積層されている。第一の誘電層 4 は、他の単位セル 2 の第一の誘電層 4 と一体である。本実施形態では、第一の誘電層 4 は、E B G構造体 1 の大きさに形成された樹脂板、すなわち、グランド基板 3 と同じ大きさに形成された樹脂板である。
- [0034] 第一の導体パターン 5 は、外端 5 0 から内端 5 1 にかけて長尺な金属帯片等の導体である。第一の導体パターン 5 は、渦巻き状、より詳しくは、縦片部 5 2 と横片部 5 3 とが交互に連続する角形の渦巻き状に形成されている。第一の導体パターン 5 の外端 5 0 は、図 2 及び図 4 A に示すように、該外端 5 0 に接続された導体ピン 5 4 が第一の誘電層 4 を貫通してグランド基板 3 に接続されることで、グランド基板 3 に電氣的に接続されている。より詳しくは、第一の導体パターン 5 の外端 5 0 は、導体ピン 5 4 の一端部が第一の導体パターン 5 の外端 5 0 に形成された孔に嵌入されるとともに、導体ピン 5 4 の他端部がグランド基板 3 に形成された孔に嵌入されることで、グランド基板 3 に電氣的に接続されている。

- [0035] 第二の誘電層 6 は、図 2 及び図 3 に示すように、樹脂板等の絶縁体であり、第一の導体パターン 5 を覆うように積層されている。第二の誘電層 6 は、他の単位セル 2 の第二の誘電層 6 と一体である。本実施形態では、第二の誘電層 6 は、E B G 構造体 1 の大きさに形成された樹脂板、すなわち、グランド基板 3 や第一の誘電層 4 と同じ大きさに形成された樹脂板である。
- [0036] 第二の導体パターン 7 は、中心部 7 0 から外端 7 1 にかけて長尺な金属帯片等の導体である。第二の導体パターン 7 は、放射状、より詳しくは、中心部 7 0 から四つの線状部 7 2 が等角度（90 度間隔）で延びる十字状に形成されている。各線状部 7 2 のそれぞれ先端には、該線状部 7 2 と交差し、第二の導体パターン 7 の外端 7 1 を構成する辺部 7 3 が形成されている。辺部 7 3 は、その中点にて線状部 7 2 の先端と交差するようになっている。本実施形態では、辺部 7 3 と線状部 7 2 とは直交している。
- [0037] 第二の導体パターン 7 の中心部 7 0 は、図 2 及び図 4 B に示すように、該中心部 7 0 に接続された導体ピン 7 4 が第二の誘電層 6 を貫通して第一の導体パターン 5 の内端 5 1 に接続されることで、第一の導体パターン 5 に電氣的に接続されている。より詳しくは、第二の導体パターン 7 の中心部 7 0 は、導体ピン 7 4 の一端部が第二の導体パターン 7 の中心部 7 0 に形成された孔に嵌入されるとともに、導体ピン 7 4 の他端部が第一の導体パターン 5 の内端 5 1 に形成された孔に嵌入されることで、第一の導体パターン 7 の内端 5 1 に電氣的に接続されている。
- [0038] このとき、第二の導体パターン 7 の各辺部 7 3 は、第一の導体パターン 5 の外周に沿って配置されている。より詳しくは、第一の導体パターン 5 の最外周の一对の縦片部 5 2 及び最外周の一对の横片部 5 3 のそれぞれに沿って第二の導体パターン 7 の辺部 7 3 が配置されている。各辺部 7 3 は、最外周の縦片部 5 2 及び最外周の横片部 5 3 のそれぞれとは重ならず、これらよりも外側に配置されている。各片部 7 3 の長さは、最外周の縦片部 5 2 及び最外周の横片部 5 3 のそれぞれよりも短く形成されている。
- [0039] 以上の構成からなる単位セル 2 は、平面視にて正形状を有し、9 つの単

位セル3が3行×3列のマトリクス状に配置されることで、EBG構造体1が構成されている。そして、第二の導体パターン7の辺部73、線状部72、中心部70、導体ピン74、第一の導体パターン5の内端51から外端50、導体ピン54、グランド基板3及び隣の導体ピン54を経由して隣の第二の導体パターン7の対応する辺部73までの経路にインダクタが形成される。隣り合う第二の導体パターン7の辺部73同士の間隔にキャパシタが形成される。このインダクタ及びキャパシタがLC並列共振回路を構成している。つまり、インダクタンス成分Lとキャパシタンス成分Cとからなる単位セルが隣接することにより、LC並列共振回路が形成されている。複数の第二の導体パターン7が二次元配列されていることから、LC並列共振回路も二次元配列されている。LC並列共振回路の配列構造は、共振周波数において高インピーダンス特性を有し、バンドギャップがEBG構造体1に形成されている。

[0040] しかも、インダクタンスを形成する経路は、第一の導体パターン5により、グランド基板3の主面と直交する成分だけでなく、グランド基板3の主面と平行な成分を有している。そのため、本実施形態に係るEBG構造体1は、従来のマッシュルーム型EBG構造体に比べ、経路長が非常に長くなり、インダクタンス成分Lが極めて大きくなっている。また、第二の導体パターン7のうち、キャパシタを形成する外端71は、(辺部73によって)幅広となっている。そのため、キャパシタ成分Cも大きくなっている。さらに、第二の導体パターン7のうち、第一の導体パターン5と領域が重なる部分は、幅狭の線状部72となっている。そのため、第一の導体パターン5が形成する地場の大きさが第二の導体パターン7によって弱められるのを防止することができる。これらにより、本実施形態に係るEBG構造体1によれば、動作周波数の大幅な低周波数化を実現することができる。

## 実施例

[0041] 本実施形態に係るEBG構造体1の効果を確認するための検証を行った。単位セル2の大きさは30mm×30mmとする。1×1セルと、3×3セ

ルと、 $5 \times 5$ セルの三つのEBG構造体1が用いられた。そして、それぞれに直径28mmのループアンテナを配置し、利得を測定した。

[0042]  $1 \times 1$ セルのEBG構造体1の作製方法は次のとおりである。厚さ0.8mmの樹脂基板の両面に厚さ18 $\mu$ mの銅膜が積層された30mm $\times$ 30mmの積層材料が二つ用意される。一方の積層材料の他方の銅膜に対し、エッチングや切削加工といった公知の方法が適用され、第一の導体パターン5が形成される。また、その後あるいは第一の導体パターン5の形成に先立ち、導体ピン54が打ち込まれる。次に、他方の積層材料の一方の銅膜が除去され、この露出した樹脂基板の面が一方の積層材料の他方の銅膜（第一の導体パターン5）を覆うようにして、他方の積層材料が一方の積層材料の上に積層される。そして、導体ピン74が打ち込まれる。また、その後あるいは他方の積層材料の一方の銅膜の除去と同時に又はこれに先立ち、他方の積層材料の他方の銅膜に対し、エッチングや切削加工といった公知の方法が適用される。これにより、第二の導体パターン7が形成される。すなわち、一方の積層材料のうち、一方の銅膜がグラウンド基板3、樹脂基板が第一の誘電層4、加工された他方の銅膜が第一の導体パターン5となる。他方の積層材料のうち、樹脂基板が第二の誘電層6、加工された他方の銅膜が第二の導体パターン7となる。

[0043]  $3 \times 3$ セルについては、90mm $\times$ 90mmの積層材料が用いられる。一方の積層材料の他方の銅膜に対し、9個の第一の導体パターン5が形成されるよう加工が施される。これとともに、他方の積層材料の他方の銅膜に対し、9個の第二の導体パターン7が形成されるよう加工が施される。これらの点以外は、 $1 \times 1$ セルと同じ作製方法である。

[0044]  $5 \times 5$ セルについては、150mm $\times$ 150mmの積層材料が用いられる。一方の積層材料の他方の銅膜に対し、25個の第一の導体パターン5が形成されるよう加工が施される。これとともに、他方の積層材料の他方の銅膜に対し、25個の第二の導体パターン7が形成されるよう加工が施される。これらの点以外は、 $1 \times 1$ セルと同じ作製方法である。

[0045] 図5 Aは、 $1 \times 1$ セルと、 $3 \times 3$ セルと、 $5 \times 5$ セルの三つのEBG構造体1のそれぞれ共振周波数（動作周波数）を表すグラフである。横軸は「周波数 [MHz]」、縦軸は「S11 Magnitude [dB]」である。いずれも91 MHz近傍に動作周波数が認められ、MHzレベルでの周波数帯にバンドギャップ特性があることが理解できる。これは、上述したとおり、第一の導体パターン5によるインダクタンス成分Lと、第二の導体パターン7の辺部73によるキャパシタ成分Cとに起因するものである。

[0046] 本実施形態のEBG構造は、以上のとおりであるが、本発明は、上記実施形態に限定されず、本発明の意図する範囲内において適宜設計変更されることが可能である。また、本発明の作用効果も、上記実施形態に限定されるものではない。

即ち、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記の説明ではなく、特許請求の範囲によって示される。また、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

例えば、上記実施形態では、単位セル2に、第一の導体パターン5及び第二の導体パターン7が設けられたが、これに限定されるものではない。図5 Bのグラフ（横軸は「周波数 [MHz]」、縦軸は「S21 Magnitude [dB]」）からわかるように、第二の導体パターン7が無くても、MHzレベルでの周波数帯にバンドギャップ特性があることが確認できたため、本発明は、第二の導体パターン7が無いEBG構造も含んでいる。ただし、図5 Bのグラフからわかるように、第二の導体パターン7がある方がより利得が改善されているので、第二の導体パターン7がある方が好ましい。

[0047] また、本発明に係るEBG構造は、上記実施形態に限定されない。例えば、図6に示すように、第二の導体パターン7の辺部73がより長くなり、キャパシタ成分Cがさらに大きくなるものであってもよい。図7に示すように、第一の導体パターン7が円形の渦巻き状のものであってもよい。図8に示

すように、四角形以外の多角形（三角形、五角形、六角形、八角形等、図8は六角形）であってもよい。なお、多角形の場合、第二の導体パターン7の線状部72及び辺部73は、その角数に対応したものとなる。

[0048] また、上記実施形態では、隣り合う第二の導体パターン7の辺部の間隔にキャパシタが形成されるようになっているが、これに限定されるものではない。経路上にコンデンサが設けられるようにしてもよい。

[0049] また、より大きなインダクタンス成分Lを得るために、誘電層を介して第一の導体パターン5が複数積層されるようにしてもよい。この場合、互いに磁界を打ち消し合わないよう、渦巻きの巻き方向は、積層方向で隣り合う第一の導体パターンで逆になっているようにする。例えば、第一の導体パターン5が（誘電層を介して）三層積層される場合、グランド基板3側の第一の導体パターン5と、第二の導体パターン7側の第一の導体パターン5とは、同じ巻き方向となり、その間の第一の導体パターン5は、逆の巻き方向となる。そして、積層方向で隣り合う第一の導体パターンの外端50同士あるいは内端51同士が（導体ピンを介して）電氣的に接続されるようにする。

[0050] 隣り合う第二の導体パターン7の辺部73は、凸部が間隔を有して幅方向に複数形成され、凸部が相手の辺部の凹部に対向ないし凹部内に配置される、いわゆるインターデジタル構造とすることで、さらにキャパシタ成分Cを増加させることができる。

### 産業上の利用可能性

[0051] 本発明は、MHzレベルやKHzレベルでの周波数帯にバンドギャップ特性が要求される、例えば無線電力伝送のアンテナ用の接地面に適用され得る。

## 請求の範囲

- [請求項1]            グランド基板と、  
                      該グランド基板に積層された誘電層と、  
                      該誘電層に積層され、一端及び他端を有する導体パターンであって、  
                      該一端が前記グランド基板に電氣的に接続された導体パターンとを  
                      備える  
                      E B G 構造。
- [請求項2]            グランド基板と、  
                      該グランド基板に積層された第一の誘電層と、  
                      該第一の誘電層に積層され、外端及び内端を有する第一の導体パター  
                      ンであって、該外端が前記グランド基板に電氣的に接続された第一  
                      の導体パターンと、  
                      該第一の導体パターンに積層された第二の誘電層と、  
                      該第二の誘電層に積層され、中心部及び外端を有する第二の導体パ  
                      ターンであって、該中心部が前記第一の導体パターンの前記内端に電  
                      氣的に接続された第二の導体パターンとを備える  
                      E B G 構造。
- [請求項3]            前記第一の導体パターンは、渦巻き状に形成されている  
                      請求項 2 に記載の E B G 構造。
- [請求項4]            前記第二の導体パターンは、前記中心部から放射状に延びる線状部  
                      と、該線状部のそれぞれ先端に交差し、前記外端を構成する辺部とを  
                      備える  
                      請求項 2 又は請求項 3 に記載の E B G 構造。
- [請求項5]            前記辺部は、前記第一の導体パターンの外周に沿って且つ前記第一  
                      の導体パターンよりも外側に配置されている  
                      請求項 4 に記載の E B G 構造。
- [請求項6]            複数の第一の導体パターンがマトリクス状に配置され、隣り合う第  
                      二の導体パターンの前記辺部同士が対向するようにして複数の第二の

導体パターンがマトリクス状に配置されている  
請求項 4 又は請求項 5 に記載の E B G 構造。