

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-278162  
(P2008-278162A)

(43) 公開日 平成20年11月13日(2008.11.13)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
<b>HO1P</b>	<b>1/15</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1P	1/15	5E321
<b>EO6B</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	EO6B	9/02	Z
<b>HO5K</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO5K	9/00	V
			HO5K	9/00	U

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-118861 (P2007-118861)  
(22) 出願日 平成19年4月27日 (2007.4.27)

(71) 出願人 301022471  
独立行政法人情報通信研究機構  
東京都小金井市貫井北町4-2-1

(74) 代理人 100082669  
弁理士 福田 賢三

(74) 代理人 100095337  
弁理士 福田 伸一

(74) 代理人 100061642  
弁理士 福田 武通

(72) 発明者 飯草 恭一  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人情報通信研究機構内

(72) 発明者 加藤 修三  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

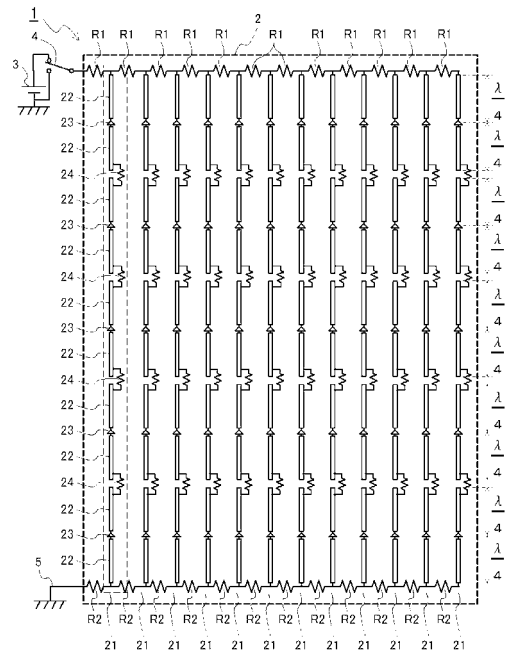
(54) 【発明の名称】 電波シャッター

(57) 【要約】

【課題】電波暗室の機能を有する室内への目的とする周波数あるいは周波数帯の電波の侵入を制御できる電波シャッターを実現する。

【解決手段】目的とする電波に共振するダイポールアンテナの2つの導電体の間に可変リアクタを挟んで縦列に接続した基本単位を複数を用いたもので、それらを上記可変リアクタのリアクタンスよりも大きなインピーダンスの抵抗体で連結して配列したものである。それぞれの可変リアクタは、上記の抵抗体を介して第1電気的條件、第2電気的條件が印加された場合に、目的電波に対してそれぞれ第1と第1より小さい第2インピーダンスを有するようにすることで、第1、第2電気的條件が印加された場合に、目的電波に対して、それぞれ第1と第1より小さい第2透過率を示すようにする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

目的とする電波に共振するダイポールアンテナの 2 つの導電体の間に可変リアクタを挟んで縦列に接続したものを基本単位とするとき、該基本単位の複数をを用いた電波シャッターであって、

上記の基本単位の複数は、上記可変リアクタの最大リアクタンスよりも大きなインピーダンスを有する抵抗体を介した連結で配列して、電氣的に接続された構成を成し、

上記の可変リアクタは、電氣的にリアクタンスを制御可能な可変リアクタであり、予め決められた第 1 電氣的条件、第 2 電氣的条件が印加された場合に、上記目的とする電波に対してそれぞれ第 1 インピーダンス、第 2 インピーダンスを有し、第 1 インピーダンスは、第 2 インピーダンスより大きく、

第 1 電氣的条件、第 2 電氣的条件が印加された場合には、上記目的とする電波に対して、それぞれ第 1 透過率、第 2 透過率を示し、上記目的とする電波に対して第 1 透過率は第 2 透過率より大きいことを特徴とする電波シャッター。

## 【請求項 2】

上記の配列は、上記基本単位を行列要素として行列状に配置したものであり、それぞれの列においては、複数の基本単位が、上記の抵抗体を介して縦列接続され、

それぞれの列はその両端において、上記可変リアクタのリアクタンスよりも大きなインピーダンスを有する抵抗体を介して、上記両端のそれぞれの電位源に接続され、そのいずれか一方あるいは両方の電位源の電位を、予め決められた複数の電位から選択することで上記行列の行列要素のそれぞれのリアクタに上記の第 1 あるいは第 2 電氣的条件を与えることを特徴とする、

請求項 1 に記載の電波シャッター。

## 【請求項 3】

上記の配列は、上記基本単位を行列要素として  $M \times N$  行列状に配置したものであり、その行列要素を  $(k, j)$  とし、 $(k, j)$  は上記導電体の一方を上端、他方を下端として、それぞれを  $(k, j, u)$ 、 $(k, j, d)$  とするとき、

上記のリアクタは、方向性をもったリアクタであり、

全ての行列要素のリアクタは、同一の方向性をもち、

1 から  $M - 1$  の  $k$ 、1 から  $N$  の  $j$  について、

$(1, j, u)$  を、抵抗体を介して第 1 の電位源に接続し、

$(k, j, d)$  と  $(k + 1, j, u)$  とを、抵抗体を介して電氣的に接続し、

$(M, j, d)$  を、抵抗体を介して第 2 の電位源に接続することを特徴とする、

請求項 1 に記載の電波シャッター。

## 【請求項 4】

上記の配列は、上記基本単位を行列要素として  $M \times N$  行列状に配置したものであり、その行列要素を  $(k, j)$  とし、 $(k, j)$  は上記導電体の一方を上端、他方を下端として、それぞれを  $(k, j, u)$ 、 $(k, j, d)$  とするとき、

上記のリアクタは、方向性をもったリアクタであり、

1 から  $M - 1$  の  $k$ 、1 から  $N - 1$  の  $j$  について、

$(k, j)$  のリアクタと、 $(k, j + 1)$  のリアクタは、同じ方向性をもち、

$(k, j)$  のリアクタと、 $(k + 1, j)$  のリアクタは、逆の方向性をもち、

$(1, j, u)$ 、および  $(1, j + 1, u)$  は、抵抗体を介して電氣的に接続し、

$(k, j, d)$ 、 $(k, j + 1, d)$ 、 $(k + 1, j, u)$ 、および  $(k + 1, j + 1, u)$  は、共通のあるいはそれぞれ別個の抵抗体を介して電氣的に接続し、

$(M, j, d)$ 、および  $(M, j + 1, d)$  は、抵抗体を介して電氣的に接続し、

1 から  $M$  の  $k$ 、1 から  $N$  の  $j$  について、

奇数の  $k$  の  $(k, j, u)$  あるいは偶数の  $k$  の  $(k, j, d)$  を、抵抗体を介して第 1 の電位源に接続し、

偶数の  $k$  について  $(k, j, u)$  あるいは奇数の  $k$  の  $(k, j, d)$  を、抵抗体を介して

第 2 の電位源に接続することを特徴とする請求項 1 に記載の電波シャッター。

【請求項 5】

1 から M までの k、1 から N - 1 の j について、  
( k、j、u ) 側の導電体と ( k、j + 1、u ) 側の導電体とを電氣的に接続したことを特徴とする請求項 3 に記載の電波シャッター。

【請求項 6】

1 から M までの k、1 から N - 1 の j について、  
( k、j、u ) 側の導電体と ( k、j + 1、u ) 側の導電体とを電氣的に接続したことを特徴とする請求項 4 に記載の電波シャッター。

【請求項 7】

上記の行列要素を、上端あるいは下端の方向に周期的にずらして配置したことを特徴とする請求項 3 から 6 のいずれかに記載の電波シャッター。

【請求項 8】

光透過性のある絶縁体上に構成したことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の電波シャッター。

【請求項 9】

通気性のある絶縁体上に構成したことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の電波シャッター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば電波暗室の機能を有する部屋の採光用の窓にとりつけて、その部屋内部への特定の帯域の電波の侵入を制御することのできる電波シャッターに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、コンサート会場、映画館、学校の教室などでは、しばしば携帯電話の通信周波数帯の電波の侵入が無い方が望ましい場合がある。しかし、常時その電波を遮断することが望まれるのではなく、遮断と非遮断とが制御できることが望まれている。

【0003】

[従来例 1]

特許文献 1 には、遮蔽しようとする周波数の電波を選択的に吸収し、しかも、従来の / 4 型電波吸収体よりも厚さを薄くし、且つ電波吸収体の電磁波反射膜と電磁波吸収膜の間に用いる誘電体層に八二カム構造を用いることにより軽量の電波吸収体を提供し、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる電波吸収体が、開示されている。これは、抵抗体皮膜層と八二カム構造誘電体層とを備え、抵抗体皮膜層に対して反対側の前記誘電体層表面には電波反射層が形成され、少なくとも前記抵抗体皮膜層と電波反射層との間には位相調整層が設けられているものである。

【0004】

[従来例 2]

また、特許文献 2 には、電磁波の透過性を制御可能な電波遮蔽制御体が開示されている。これは、温度変化によって電気抵抗が変化（導体 不導体または不導体 導体）する材料（抵抗変化材料と称す）よりなる電磁波の伝播経路中に配された各種遮蔽材の温度を調整（加熱、冷却）することにより、当該遮蔽材の導電性を変化させ電磁波の透過性を制御するとしたものである。さらに、特許文献 2 には、同一の対温度抵抗値変化能力を有する抵抗変化材料を棒状または帯状に成形してなるシールド材を交互配置のもと同一間隔で簾状若しくは格子状に配置した簾状若しくは格子状のシールド材各個の温度を交互に異調整（加熱、冷却）することにより、導電性材料間隔を変化させてシールド効果を発揮する電波の最大周波数（最小波長）を選択、変更できるとしたことを特徴とするシールド対象周波数可変の電磁波シールドシステムが開示されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

しかし、上記の電波吸収体や、あるいは電磁波シールドシステムは、採光を目的にした窓に適用できるほど薄型にできないという問題があった。

## 【 0 0 0 6 】

【特許文献1】特開2005-79247号公報

【特許文献2】特開2001-210990号公報

## 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

採光用の窓に取り付けることが出来る程度に薄く、電波暗室の機能を有する室内への目的とする周波数あるいは周波数帯の電波の侵入を制御できる電波シャッターを実現する。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 8 】

この発明を用いることで、光透過性あるいは通気性を残しながら、電波暗室の機能を有する室内への目的とする周波数あるいは周波数帯の電波の侵入を制御できる電波シャッターを実現できる。

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、電波の透過率の高低を外部から制御する電波シャッターに関するものであって、特に、目的とする電波に共振するダイポールアンテナの2つの導電体（以下ではアンテナ導電体と称する）の間に可変リアクタを挟んで縦列に接続したものを基本単位とするとき、該基本単位の複数をを用いた電波シャッターである。アンテナ導電体としては、形状を線状のものに限定する必要はなく、三角や矩形や多角形あるいは円形でもダイポールアンテナとして機能するものであれば、何でもよい。このような素子に挟まれたリアクタの示すリアクタンスを制御して、上記アンテナ導電体を結ぶ方向に偏向した電波の透過率を制御するものである。また、上記の基本単位の複数は、上記ダイポールアンテナ間の可変リアクタの最大インピーダンスよりも大きなインピーダンス値を有する抵抗体を介した連結で配列して、電氣的に接続された構成を成す。これは、上記の可変リアクタに電圧を印加するためのもので、基本単位同士の高周波的な結合を遮断するために、高インピーダンスとする。上記の可変リアクタは、電氣的にリアクタンスを制御可能な可変リアクタである。また、上記電波シャッターを構成する状態で、上記基本単位は、予め決められた第1電氣的条件が印加された場合に、上記目的とする電波に対して第1インピーダンスを示す。第1インピーダンスは、上記基本単位の電流積分値がほぼゼロになるリアクタンスとする。このリアクタンス値は誘導性の値であり、上記基本単位が単独の場合と、複数集合の場合との特性のずれを考慮した上での最適な値を用いる。さらに、上記リアクタは、予め決められた第2電氣的条件が印加された場合に、第2インピーダンスを示す。第2インピーダンスは、ほぼゼロに近い値である。この場合は、第1電氣的条件が印加された上記の場合よりも上記電流積分値が大きくなる。このようなリアクタの特性を目的とする特性に合わせるために、第1電氣的条件あるいは第2電氣的条件を選択して、上記のリアクタのそれぞれに印加する。また、このための手段を備える。このような構成により、第1電氣的条件あるいは第2電氣的条件が印加された場合には、上記目的とする電波に対して、それぞれ第1透過率、第2透過率を示し、第1透過率は第2透過率より高くするものである。この透過率の違いを用いて電波シャッターと成す。ただし、透過、遮蔽の2状態のみの制御に限らず、連続的に電波の透過率を制御できる。

20

30

40

## 【 0 0 1 0 】

可変リアクタそれぞれに電圧を印加することで、実際の配線はかなり混雑したものになるが次のようにすることによって、その混雑を抑制することができる。まず、上記の配列は、上記基本単位を行列要素として行列状に配置したものであり、それぞれの列においては、複数の基本単位が、上記の抵抗体を介して縦列接続されているようにする。また、それぞれの列はその両端において、上記ダイポールアンテナ間の可変リアクタの最大インピ

50

ーダンスよりも大きな抵抗値を有するそれぞれの抵抗体を介して、上記両端のそれぞれの電位源に接続され、そのいずれか一方あるいは両方の電位源の電位を、予め決められた複数の電位から選択することで上記行列の行列要素のそれぞれの可変リアクタに上記の第1あるいは第2電氣的条件を与えるようにする。

#### 【0011】

上記と類似の構成を、さらに明確に示すと、次のように成る。まず、上記の配列は、上記基本単位を行列要素として $M \times N$ 行列状に配置したものであり、その行列要素を $(k, j)$ とし、 $(k, j)$ は上記導電体の一方を上端、他方を下端として、それぞれを $(k, j, u)$ 、 $(k, j, d)$ とする。ここで言う行列状とは、数学でいうマトリクスのことであって、配置的には、矩形の場所に並んでいる必要はなく、斜形状に配列していてもよい。上記の可変リアクタは、方向性をもったリアクタである。ここで言う方向性とは、極性のことで可変リアクタに印加する電圧の極性を逆にすると、異なるリアクタンスを示すことを言う。ここで、全ての行列要素の可変リアクタは、同一の方向性を持つようにする。つまり、第1電位源に電氣的に接続する可変リアクタの極性が同じであるようにする。当然のことながら第2電位源に電氣的に接続する極性は、どの可変リアクタも同じである。結線は、以下のようにする。つまり、1から $M - 1$ の $k$ 、1から $N$ の $j$ について、 $(1, j, u)$ を、上記電波に対する抵抗体を介して第1の電位源に接続し、 $(k, j, d)$ と $(k + 1, j, u)$ とを、同様の抵抗体を介して電氣的に接続し、 $(M, j, d)$ を、同様の抵抗体を介して第2の電位源に接続する。ここで言う抵抗体を介した電氣的接続では、複数の電波信号に対する抵抗体を電氣的に接続したものでもよい。この場合は、可変リアクタは実質的に直列に接続されるので、第1電位源と第2電位源との電位差が複数の可変リアクタによって分圧される。

#### 【0012】

また、低電圧の印加でも可変リアクタを制御できるようにするためには、以下の様にする。まず、上記と同様に、上記基本単位を行列要素として $M \times N$ 行列状に配置する。その行列要素を $(k, j)$ とし、 $(k, j)$ は上記導電体の一方を上端、他方を下端として、それぞれを $(k, j, u)$ 、 $(k, j, d)$ とする。この場合も、上記の可変リアクタは、方向性をもった可変リアクタであるとする。ここで、1から $M - 1$ の $k$ 、1から $N - 1$ の $j$ について、 $(k, j)$ の可変リアクタと、 $(k, j + 1)$ の可変リアクタは、同じ方向性をもち、 $(k, j)$ の可変リアクタと、 $(k + 1, j)$ の可変リアクタは、逆の方向性をもつものとする。このとき、 $(1, j, u)$ 、および $(1, j + 1, u)$ は、電波に対する抵抗体を介して電氣的に接続し、 $(k, j, d)$ 、 $(k, j + 1, d)$ 、 $(k + 1, j, u)$ 、および $(k + 1, j + 1, u)$ は、共通のあるいはそれぞれ別個の電波に対する抵抗体を介して電氣的に接続し、 $(M, j, d)$ 、および $(M, j + 1, d)$ は、電波に対する抵抗体を介して電氣的に接続する。また、1から $M$ の $k$ 、1から $N$ の $j$ について、奇数の $k$ の $(k, j, u)$ あるいは偶数の $k$ の $(k, j, d)$ を、電波に対する抵抗体を介して第1電位源に接続し、偶数の $k$ について $(k, j, u)$ あるいは奇数の $k$ の $(k, j, d)$ を、電波に対する抵抗体を介して第2電位源に接続する。この場合は、それぞれの可変リアクタは実質的に並列接続であるので、第1電位源と第2電位源との電位差が実質的にそれぞれの可変リアクタに印加される。

#### 【0013】

上記の様に、可変リアクタが実質的に直列接続の場合で並列接続の場合でも、1から $M$ までの $k$ 、1から $N - 1$ の $j$ について、 $(k, j, u)$ 側の導電体と $(k, j + 1, u)$ 側の導電体とは、同じ電位と見なすことができるので、これらを電氣的に接続しても、同じ機能を示すことは明らかである。つまり、複数の導電体をまとめた導電体を用いて、全体の構成を簡略化することができる。

#### 【0014】

本発明は、上端あるいは下端方向の偏波の透過率を制御するものであるから、上記の行列要素を、上端と下端を結ぶ方向にずらしても、機能が損なわれない事は明らかである。そこで、例えば、周期的にずらして配置とすることによって、機能を損なわずに、実装を

容易にすることができる。

【0015】

上記の電波シャッターを光透過性のある絶縁体を基板としてその上に構成することは可能である。これによって、採光窓として用いながら、電波シャッターとしての機能を持たせることができる。

【0016】

また、上記の電波シャッターを通気性のある絶縁体上に構成することは可能である。例えば、虫除けの網戸上に上記の電波シャッターを構成することによって、採光機能と通気機能をもたせることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下に、この発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の説明においては、同じ機能あるいは類似の機能をもった装置に、特別な理由がない場合には、同じ符号を用いるものとする。

【実施例1】

【0018】

図1は、電波シャッター1の実施例を示す回路図で、これを透過する際の透過率を制御する電波の波長をとする。この電波シャッター1は、電波の伝搬路中に配置するシャッター体2と、該シャッター体2へ第1電位と第2電位を印加する際の第1電位源である直流電源3と、第1電位源と第2電位であるグランド電位とから印加する電圧を選択するスイッチ4と、上記シャッター体2を第3電位であるグランド電位に接続する接地部5を備える。可変リアクタを図3(a)の構成で形成した場合、スイッチをしてグランド電位を選択したときは第1電氣的条件を、直流電源3を選択したときは第2電氣的条件をそれぞれ印加することになる。

【0019】

図1のシャッター体2は、電波羽板21を/4よりも短い間隔でほぼ平行に複数配列して略四角形状のシートに構成したものである。また、各電波羽板21は、約/4の長さで形成した電線22を、可変リアクタ23と、抵抗器交互に用いて直列に接続したものである。

【0020】

ここで、電線22は、目的とする電波に共振するダイポールアンテナの2つの導電体の一方のものを用いることができる。2つの電線22の間に可変リアクタ23を挟んで縦列に接続したものを基本単位とするとき、該基本単位の複数を用いた電波シャッターである。上記のアンテナ導電体としては、形状を線状の(a)の直線状のものに限定する必要はなく、図10に示す様に、(b)の折れ曲げたもの、(c)の輪状のもの、(d)の一部がコイル状になったものでもよい。また、(e)の矩形の板状のものほかに、(f)の円形状のもの、あるいは(g)の三角やのものでもダイポールアンテナとして機能するものであれば、何でもよく、プリント基板やガラス基板上にストリップラインを用いて形成したものでよい。このようなアンテナ導電体に挟まれた可変リアクタ23の示すリアクタンスを制御して、上記アンテナ導電体を結ぶ方向に偏向した電波の透過率を制御するものである、ということも出来る。また、上記の基本単位の複数は、上記可変リアクタのインピーダンス値よりもかなり大きなインピーダンスを有する抵抗体24を介した連結で配列して、電氣的に接続された構成を成す。これは、可変リアクタ23に電圧を印加するためのもので、基本単位同士の高周波的な結合を遮断する役目をはたす。つまり、抵抗体24は、高周波信号に対する抵抗体であり、直流電流に対する抵抗器の他に直流抵抗が殆どないインダクタを用いることもできる。

【0021】

上記の可変リアクタ23は、電氣的にリアクタンスを制御可能な可変リアクタであり、例を図3に示す。(a)の可変リアクタ23は、固定の誘導性リアクタンスをもつインダクタ232であるコイルと、可変容量ダイオード231との直列接続によって、そのリア

10

20

30

40

50

クタンスを可変にしている。可変リアクタ内の共振条件が満たされるときに電波シャッターを遮蔽状態にし、共振条件から大きく外れた状態のときに透過状態にする、ということもできる。この例では、可変容量ダイオード231とコイルを直列に接続しているが、(b)に示す様にキャパシタ234と直列接続したインダクタ232であるコイルと、可変容量ダイオード231とを並列接続したものをを用いることもできる。この場合は、可変リアクタ23内の共振条件が満たされるときに電波シャッターを透過状態にし、共振条件から大きく外れた状態のときに遮蔽状態にする、ということもできる。図3(a)あるいは(b)のいずれの場合でも、可変リアクタ23のインピーダンスが大きくなる場合にそれを挟むアンテナ導電体に流れる電流を抑制し、インピーダンスがゼロあるいは小さくなる場合にそのアンテナ導電体に電流を良く流す。入射する電波にとって、アンテナ導電体に流れる電流が抑制される場合は比較的透過状態になり、電流が流れる場合は比較的遮蔽状態になる。

10

#### 【0022】

よく知られているように、可変リアクタ23の第1可変容量ダイオード231は、素子特性のばらつきに起因して、直流電源3からの逆バイアスが均等に分圧されないなどの問題が起こる可能性がある。図3に示すように、第1可変容量ダイオード231と並列に高抵抗233を接続することで、縦列接続となった場合に、それぞれの可変リアクタ23のインピーダンスを均一にして、電波透過状態部分と電波遮蔽状態部分とがまだらに発生することを抑制することが望ましい。

20

#### 【0023】

図9(a)に示すように、アンテナ導電体間のリアクタンスが無限大の場合に相当するように開放にした場合、開放部の電流がゼロになるが電流分布の積分値はゼロにならない。一方、図9(b)に示すように、適切な正の値のリアクタンスを装荷すると装荷部の電流はゼロにならないが、電流分布の積分値がほぼゼロになる。

#### 【0024】

上記のように、電波がこの電波シャッターを透過する透過率を最大にするには、正のリアクタンス値を実現する必要がある。図3(a)の場合は、誘導性リアクタンスを直列接続し容量性リアクタンスとの直列和が適切な正のリアクタンス値になるようにする。また(b)の構成は並列共振回路と見ることができ、この場合は、所望周波数で共振し適切な正のリアクタンス値になるように誘導性リアクタンスとキャパシタンスの値を選択する。

30

#### 【0025】

逆に遮蔽効果を大きくするには、図3(a)の場合は、誘導性リアクタンスと容量性リアクタンスが共振条件を満たし、リアクタンス値がほぼゼロになるようにする。また、(b)の場合は、誘導性リアクタンスと容量性リアクタンスの並列和のインピーダンス値をなるべく小さくする。

#### 【0026】

一般に可変容量ダイオードは、逆バイアス電圧が大きいほど、小さいキャパシタンスを示す。誘導性リアクタンスは固定値であるから、図3(a)の構成では、共振条件でインピーダンスはほぼゼロになるので、それより大きいキャパシタンスの場合に、正のリアクタンス値が得られる。このため、可変容量ダイオードによってリアクタンスを調整する場合に望ましいのは、大きな逆バイアス電圧を印加した場合に透過率を最小にし、逆バイアス電圧をほぼゼロにした場合に、透過率を最大にする、という設定である。一方、図3(b)の構成では、共振状態で大きなリアクタンス値を得やすいという特長がある。また、共振のQ値を制御することによって、遮蔽の周波数帯域を制御しやすい。この場合、大きな逆バイアス電圧を印加した場合に透過率を最大にし、逆バイアス電圧をほぼゼロにした場合に、透過率を最小にする設定が好ましい。

40

#### 【0027】

電波シャッターを透過する透過率を最大にするためのリアクタンスの最適値は、電線22の太さや、電波羽板21間の間隔に依存する。例えば、電線22の直径が0.02、

50

その間隔が  $W/4$  の導線の場合には、約  $550$  であり、その間隔を  $W/12$  とすると、約  $640$  が最適値である。これは、予め決められた第 1 電気的条件が印加された場合に、上記基本単位の電流積分値がほぼゼロになるリアクタンスとするための条件の例である。

【0028】

また、アンテナ導電体間の可変リアクタあるいは抵抗体のリアクタンスあるいはインピーダンス値が、無限大と  $X$  とが交互になる場合で、円柱状の電線 22 である場合には、間隔  $d$  が  $W/10$  より大きい時には、 $W$  を線の幅（太さ）として、最適リアクタンス値  $X$  は、

$$X = 1200 \exp(-37W/\lambda) \quad [ \Omega ],$$

程度である。

また、アンテナ導電体間の可変リアクタあるいは抵抗体のリアクタンスあるいはインピーダンス値が、無限大と  $X$  とが交互になる場合で、平板状の電線 22 である場合には、間隔  $d$  が  $W/10$  より大きい時には、 $W$  を線の幅（太さ）として、最適リアクタンス値  $X$  は、

$$X = 1200 \exp(-16W/\lambda) \quad [ \Omega ],$$

程度である。

【0029】

図 2 に、上記基本単位の 2 つを抵抗体 24 で電氣的に接続した回路例を示す。図 2 (a) は、電波透過状態（透過率が高い）、図 2 (b) は電波遮蔽状態（透過率が低い）場合である。電波羽板 21 は、第 1 電線 22 a と可変リアクタ 23 と第 2 電線 22 b と直列に接続し、第 2 電線 22 b と第 3 電線 22 c とを抵抗体 24 で接続し、第 3 電線 22 c と可変リアクタ 23 と第 4 電線 22 d とを直列接続したものである。可変リアクタ 23 は、図 3 (a) に示すように、容量性リアクタンス  $X_{C1}$  の第 1 可変容量ダイオード 23 1 と誘導リアクタンス  $X_{L1}$  のインダクタ 23 2 の直列接続で構成したものである。

【0030】

第 1 可変容量ダイオード 23 1 の静電容量を  $C_{X1}$ 、容量性リアクタンスを  $X_{C1}$  とする。容量性リアクタンス  $X_{C1}$  は負の値をもつので、第 1 可変容量ダイオード 23 1 に逆バイアスを印加していない時の容量性リアクタンス  $X_{C1max}$  は第 1 可変容量ダイオード 23 1 に逆バイアスを印加した時の容量性リアクタンス  $X_{C1min}$  よりも大きい点に注意を要する。先ず、図 2 (a) においては、スイッチ 4 によってグラウンドレベルのバイアスを印加する。このとき、第 1 電線 22 a と可変リアクタ 23 と第 2 電線 22 b との直列接続部では、可変リアクタのリアクタンス値が高くなり、図 9 (b) に示す電流分布になって、その上下の電線に流れる電流の積分値がほぼゼロとなり電氣的透明条件が成立する。

【0031】

なお、第 3 電線 22 c と可変リアクタ 23 と第 4 電線 22 d との縦列接続部でも電氣的透明条件が成立する。また、抵抗体 24 については、縦列に接続される電気透明ダイポールの高周波的な結合を遮断するため、なるべく大きな抵抗値あるいはリアクタンス値を設定する。例えば、 $10k$  以上になるようにする。この場合、抵抗体 24 を介して接続される導線間は開放とみなすことができ、第 2 電線 22 b と第 3 電線 22 c との間に電流は流れない。

【0032】

一方、図 2 (b) の場合は、スイッチ 4 により直流電源 3 から逆バイアス電位が選択され、第 1 可変容量ダイオード 23 1 のキャパシタンスは所定の値となる。この時の容量性リアクタンスを  $X_{C1min}$  とすると、可変リアクタ 23 のインピーダンスの虚数部分の値 ( $X_{L1} + X_{C1min}$ ) がほぼゼロとなるように設定しておくことで、第 1 電線 22 a と第 2 電線 22 b、また、第 4 電線 22 c と第 4 電線 22 d が短絡された状態となる。すなわち、電波羽板 22 の各々が共振長である半波長のダイポールとなり、到来電波によって電流が良く流れるため、電波の透過率が減少する。この結果、電波遮蔽状態が実現される。

【0033】

10

20

30

40

50



図 1、あるいは図 2 のように上記基本単位を複数用いる場合は、それぞれの構成単位には、分圧された電圧が印加されることになるから、構成に応じて電圧を増加させる必要がある。

【 0 0 3 4 】

このようにして、図 3 ( a ) に示す上記可変リアクタは、予め決められた第 2 電氣的条件 (つまり高逆バイアス電圧) が印加された場合に、第 1 電氣的条件 (つまり低逆バイアス電圧) が印加された場合よりも小さく、理想的にはほぼゼロのインピーダンスを有するように行うことができる。

【 0 0 3 5 】

一方、図 3 ( b ) に示す可変リアクタを用いた場合は、第 2 電氣的条件 (この場合は低逆バイアス電圧) が印加された場合に、第 1 電氣的条件 (この場合は高逆バイアス電圧) が印加された上記の場合よりも小さく、理想的にはほぼゼロのインピーダンスを有するように行うことができる。

【 0 0 3 6 】

次に、このような電氣的条件を印加するための手段について説明する。図 1 に示す様に、それぞれの電波羽板 2 1 の高電位側は、高抵抗 R 1 を介して互いに接続し、さらにそれぞれは、抵抗体を介して電位選択手段であるスイッチ 4 に接続されている。また、それぞれの電波羽板 2 1 の低電位側は、高抵抗 R 2 を介して互いに接続し、それぞれが基準であるグラウンドに抵抗体を介して接続している。R 1、R 2 は、電波羽板 2 1 の間に上記電波による高周波 ( R F ) 電流が流れることを阻止するものであり、高抵抗 R 1、R 2 に代えて高リアクタンスのインダクタを接続しても良い。このような構成により、第 1 電氣的条件が印加された場合には、上記目的とする電波に対して第 1 透過率を示し、第 2 電氣的条件が印加された場合には、上記目的とする電波に対して第 1 透過率よりも低い第 2 透過率を示すように行うことができる。この透過率の違いを用いて電波シャッターと成す。

【 0 0 3 7 】

また、図 1 の電波シャッター 1 においては、電波羽板 2 1 に直交する方向に R F 電流が流れることはないので、反射や減衰がなく、電波羽板 2 1 に直交する偏波は常にシャッター体 2 を透過する。

【 0 0 3 8 】

次に図 3 ( a ) に示す可変リアクタンスを用いた上記の電波シャッターについての実測データを示す。図 1 3 は、その実験装置配置図である。ネットワークアナライザからのマイクロ波をホーンアンテナで本発明の電波シャッターを目掛けて送信し、他のホーンアンテナで受信して、その S パラメータを観測した。その結果を図 1 4 に示す。可変容量ダイオードに印加する電圧をパラメータとして、周波数を横軸に、透過強度 ( S 2 1 ) を縦軸にしてプロットしたものである。バイアス電圧が 2 5 V の時には、1 . 9 G H z 付近においては、シャッターを透過する電波の電力の 2 5 デシベル程度の減衰が実現できることが分かる。

【 実施例 2 】

【 0 0 3 9 】

上述した電波シャッター 1 におけるシャッター体 1 は、平板な板状として示したが、彎曲させた曲面形状、あるいは両側縁を連続させた周面形状としても構わない。この場合は、ダーポールアンテナの導電体に用いた場合にその電波に共振する長さに調整されていれば、例えば図 1 2 に示す様に、折れ曲げた形状のアンテナ導電体でもよい。ここで、アンテナ導電体のサイズは、その導電体を伝搬する上記の電波の波長の概略四分の 1 の長さに形成されることが肝要である。この構成の利点のひとつは、電波シャッターを歪んだ矩形に合わせて構成する場合でも段数を変えることなく構成することができるので、電源の種類を増やす必要がなくなる点にある。

【 0 0 4 0 】

更に、電波シャッター 1 は、電波羽板 2 1 の配設方向に応じて、対応可能な直線偏波の向きが制限されるが、2 枚の電波シャッター 1 を、電波羽板 2 1 の配設方向が互いに直交

10

20

30

40

50

するように組み合わせて用いれば、全偏波を制御することが出来る。

【実施例 3】

【0041】

図 4 に、低電圧の印加でも可変リアクタを制御できるようにする例を示す。図 4 においては、上記基本単位を行列要素として  $M = 5$ 、 $N = 12$  とする  $M \times N$  行列状に配置している。その行列要素を  $(k, j)$  とし、 $(k, j)$  は上記導電体の一方を上端、他方を下端として、それぞれを  $(k, j, u)$ 、 $(k, j, d)$  とする。この場合も、上記の可変リアクタは、図 3 の可変リアクタのように、方向性をもった可変リアクタであるとする。ここで、1 から  $M - 1$  の  $k$ 、1 から  $N - 1$  の  $j$  について、 $(k, j)$  の可変リアクタと、 $(k, j + 1)$  の可変リアクタは、同じ方向性をもち、 $(k, j)$  の可変リアクタと、 $(k + 1, j)$  の可変リアクタは、逆の方向性をもつ。このとき、 $(1, j, u)$ 、および  $(1, j + 1, u)$  は、電波に対する抵抗体を介して電氣的に接続し、 $(k, j, d)$ 、 $(k, j + 1, d)$ 、 $(k + 1, j, u)$ 、および  $(k + 1, j + 1, u)$  は、共通のあるいはそれぞれ別個の電波に対する抵抗体を介して電氣的に接続し、 $(M, j, d)$ 、および  $(M, j + 1, d)$  は、電波に対する抵抗体を介して電氣的に接続する。また、1 から  $M$  の  $k$ 、1 から  $N$  の  $j$  について、奇数の  $k$  の  $(k, j, u)$  あるいは偶数の  $k$  の  $(k, j, d)$  を、電波に対する抵抗体を介して第 1 電位源に接続し、偶数の  $k$  について  $(k, j, u)$  あるいは奇数の  $k$  の  $(k, j, d)$  を、電波に対する抵抗体を介して第 2 電位源に接続する。この場合は、それぞれの可変リアクタは実質的に並列接続であるので、第 1 電位源と第 2 電位源との電位差が実質的にそれぞれの可変リアクタに印加される。図 4 では、第 1 電位源では、スイッチ 4 で、直流電源 3 の電圧とグラウンドレベルの選択を行うことができる。また、第 2 電位源の電位は、グラウンドレベルである。

10

20

【0042】

図 4 の分岐給電線 26 あるいは接地誘導線 27 と抵抗体 24 の構成を見ると、その一部を省いても、必要な電圧印加を行うことができることが分かる。この省き方の自由度は大きく、図 5 に、そのいくつかの例を示す。

【0043】

図 5 では、図 4 の接地誘導線 27 b が省かれている。また、分岐給電線 26 b や 26 c、あるいは接地誘導線 27 c や 27 d では、その抵抗体がところどころ省かれている。また、図 5 の接地誘導線 27 a、27 b 間の複数の抵抗体 24 は、図 4 の場合と同じであるが、その下の分岐給電線 26 b、26 c 間の抵抗体 24 の並びでは、上記のものから、ひとつ置きに抵抗体 24 が省かれている。接地誘導線 27 c、27 d 間では、抵抗体 24 をさらに省いた例である。さらに、分岐給電線 26 d や 26 e 間は、ひとつの抵抗体 24 で電氣的に接続されているのみであるから、分岐給電線 26 d や 26 e では、それを構成する抵抗体を省くことができない。

30

【実施例 4】

【0044】

図 4 の構成の電波シャッターに横方向の電波を照射した場合に、接地誘導線 27 あるいは分岐給電線 26 に用いる抵抗体のインピーダンス値によって、透過率が異なる。例えば、前記インピーダンス値が十分に大きな場合には、電線 22 はそれぞれ互いに分離されているので、透過率は高くなる。しかし、インピーダンス値が小さく充分ゼロに近い場合には、電線 22 は隣のものと同様に短絡されたことになり、透過率は低くなる。このように、接地誘導線 27 あるいは分岐給電線 26 に用いる抵抗体のインピーダンス値によって、偏波に対する選択性を調整することができる。

40

【0045】

上記の様に、インピーダンス値が小さく充分ゼロに近い場合で電線 22 が隣のものと同様に短絡されていると見なせる場合には、図 4 の場合は、図 6 に示す様に、横方向に連続させた带状導体 25 で置き換えることができる。この場合、上部から、带状導体 25、可変リアクタ 23、带状導体 25、を構成単位として、これを抵抗体 24 で電氣的に接続した構成となる。

50

## 【 0 0 4 6 】

このように、横方向の複数の電線 2 2 が隣のものと同値な帯状導体にする場合は、図 1 の構成においても可能である。しかし、1 行あたりの抵抗体 2 4 の数は、抵抗体 2 4 が並列接続になった場合でも、可変リアクタ 2 3 の並列接続のリアクタンスよりも十分に、例えば 10 倍以上、大きいことが望ましい。さらに、図 7 にその例を示す様に、この場合も帯状導体を電氣的に接続する抵抗体 2 4 の数を省くことができる。これは図 6 の場合も同じで、横方向に並んで並列接続された複数の抵抗体 2 4 は、ひとつの抵抗体で置換えても問題なく動作する。なお、図 1 の構成では電波羽板 2 1 に直交する偏波は常にシャッター体を透過していたが、図 6 や 7 の構成では、上記方向の偏波を常に遮蔽する。

10

## 【 0 0 4 7 】

また、図 8 に示す様に、上記の行列要素を上端あるいは下端の方向に周期的にずらして配置することで、より稠密な配置とすることも可能である。

## 【実施例 5】

## 【 0 0 4 8 】

上記の電波シャッターは、配線間に隙間があることから、透明な絶縁板、たとえばガラス板の上に構成し、これを窓に用いることによって、採光の可能な電波シャッターとすることができる。また、メッシュ状の板あるいは膜の上に構成することによって、採光性と通気性とを備えた電波シャッターを実現することができる。

20

## 【 0 0 4 9 】

以上、本発明に係る電波シャッターを幾つかの実施形態に基づき説明したが、本発明は、これらの実施形態のみに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の構成を変更しない限りにおいて実現可能な全ての電波シャッターを権利範囲として包摂するものである。

## 【 0 0 5 0 】

また、本発明に係る電波シャッターは、透過状態や遮蔽状態の変更制御対象とする電波の周波数、偏波、あるいは時間を選択して電波の出入りを制御したい用途であれば、如何様なものにも適用可能である。例えば、外来電波を受けて動作する IC カード等のスキミング対策として、カードを電波シャッターにて保護し、カード所持者の意図しないときはカードへの外来電波を遮断し、カード所持者の発意により電波シャッターを開いたときだけ当該カードを利用可能となるような使い方が想定される。或いは、劇場や会議室などを電波暗室とし、図 1 1 に示す様に、その窓に本発明の電波シャッターを用いることによって、前記劇場や会議室内での携帯電話通話の可能状態と遮断状態を任意の時間で切換制御することが可能になる。

30

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 0 5 1 】

本発明を採光窓に使用した場合に、異なる電波羽板間隔のものを多数モザイク状に用いて、あるいは、その一部を金属板で覆うことによって、紋様を備えた電波シャッターを実現することができ、デザイン性を取り入れることができる。さらに、電線 2 2 の代わりに、三角板や矩形板、円板などの導体を用いても、電波シャッターを構成することができ、これらの光透過性が異なることから、これらの組み合わせを変えて用いることによって、さらに多様なデザインを用いることができる。

40

## 【 0 0 5 2 】

また、上記のスイッチ 4 を遠隔操作のスイッチに置き換えることは容易であり、これによって、利便性が向上する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 5 3 】

【図 1】本発明の電波シャッターの概略構成図である。

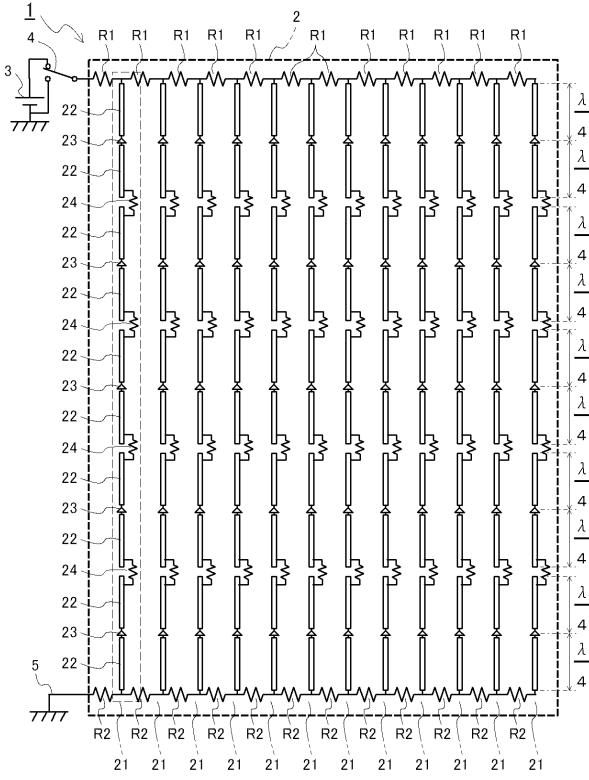
【図 2】電波シャッターの原理説明図である。

【図 3】可変リアクタの構成例を示す構成図である。

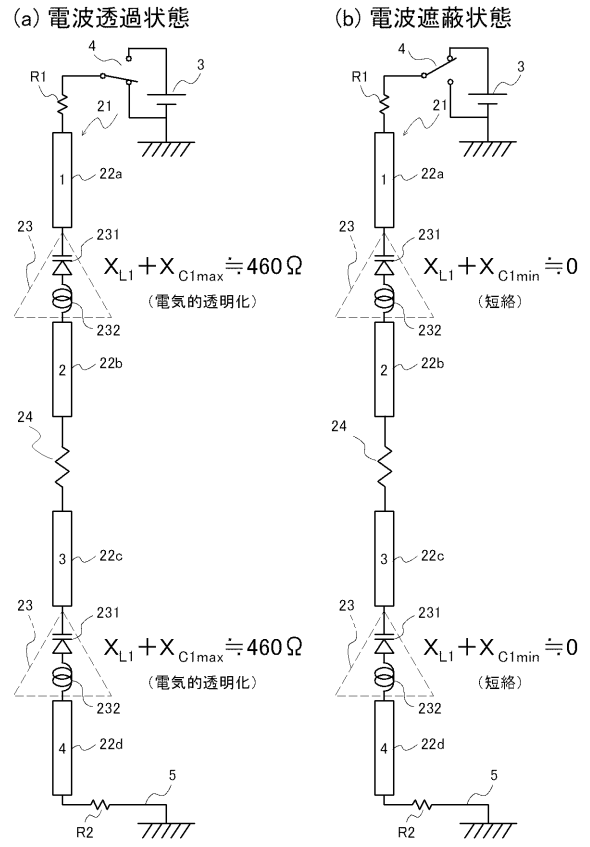
50

- 【図4】本発明の他の電波シャッターの概略構成図である。
- 【図5】抵抗体を省いた電波シャッターの概略構成図である。
- 【図6】带状導体を用いた電波シャッターの概略構成図である。
- 【図7】带状導体を用い、かつ、抵抗体を省いた電波シャッターの概略構成図である。
- 【図8】電波シャッターの行列要素を上端あるいは下端の方向に周期的にずらして配置することで、より稠密な配置とした概略構成図である。
- 【図9】アンテナ導電体上の電流分布を示す図である。
- 【図10】本発明に適用可能なアンテナ導電体の形状例を示す図である。
- 【図11】電波シャッターの利用形態例を示す図である。
- 【図12】折れ曲がったアンテナ導電体を用いた本発明の他の電波シャッターの概略構成図である。 10
- 【図13】電波シャッターについての実測データを得るための実験装置配置図である。
- 【図14】電波シャッターについての実測データを示す図である。
- 【符号の説明】
- 【0054】
- |       |           |    |
|-------|-----------|----|
| 1     | 電波シャッター   |    |
| 2     | シャッター体    |    |
| 2 1   | 電波羽板      |    |
| 2 2   | 電線        |    |
| 2 3   | 可変リアクタ    | 20 |
| 2 3 1 | 可変容量ダイオード |    |
| 2 3 2 | インダクタ     |    |
| 2 3 3 | 抵抗        |    |
| 2 3 4 | キャパシタ     |    |
| 2 4   | 抵抗体       |    |
| 2 6   | 分岐給電線     |    |
| 2 7   | 接地誘導線     |    |
| 3     | 直流電源      |    |
| 4     | スイッチ      |    |
| 5     | 接地部       | 30 |

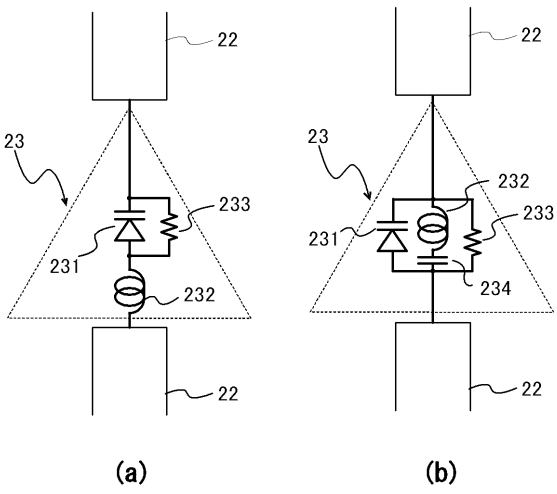
【 図 1 】



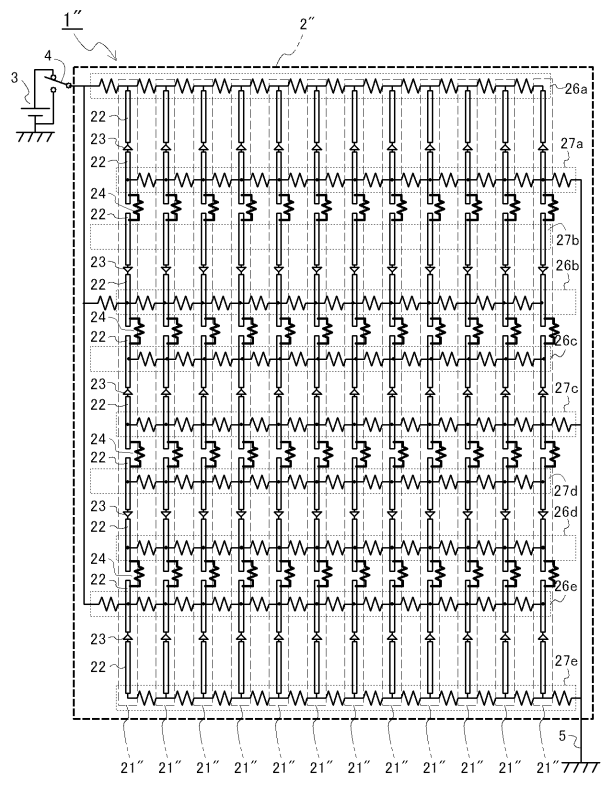
【 図 2 】



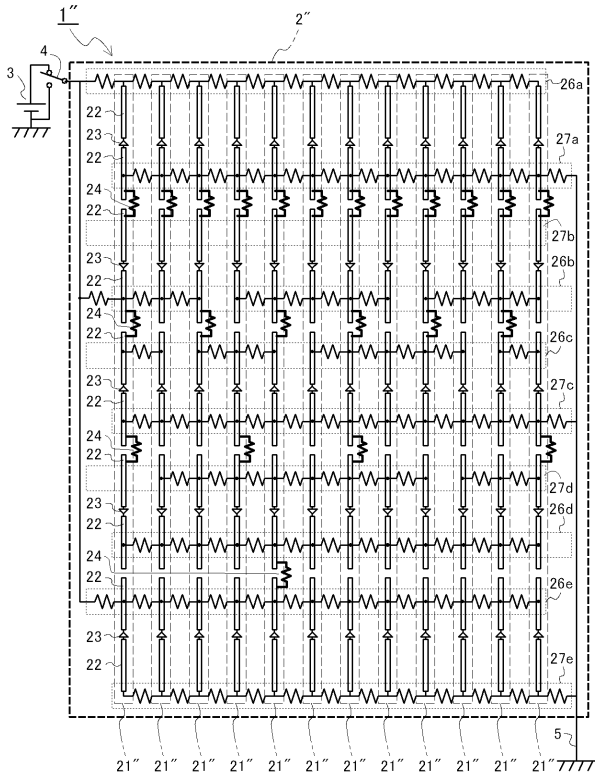
【 図 3 】



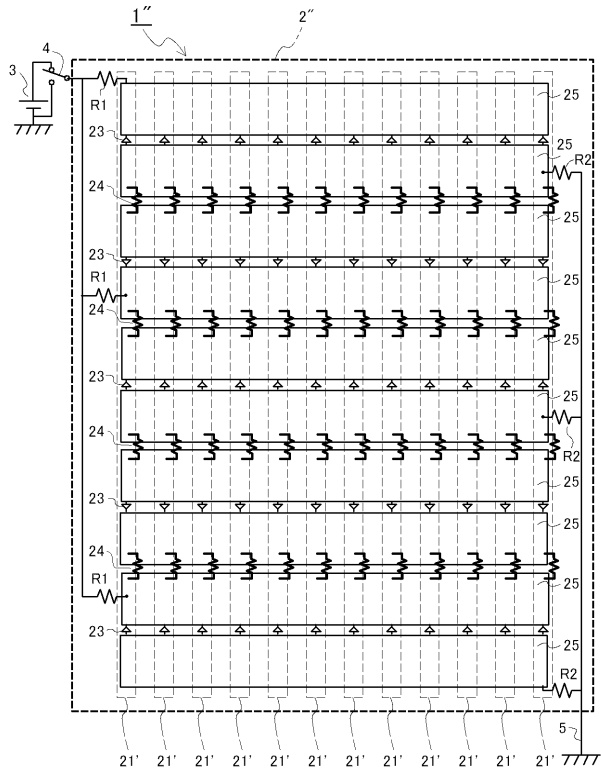
【 図 4 】



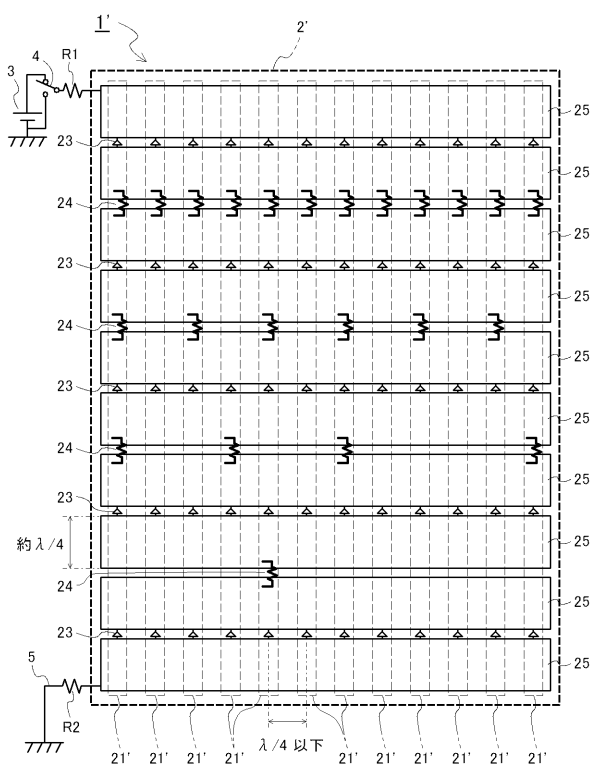
【図5】



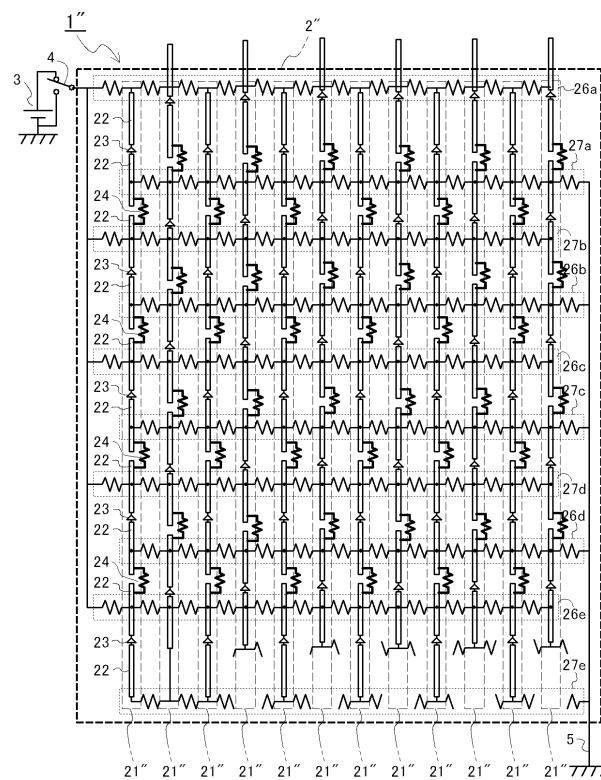
【図6】



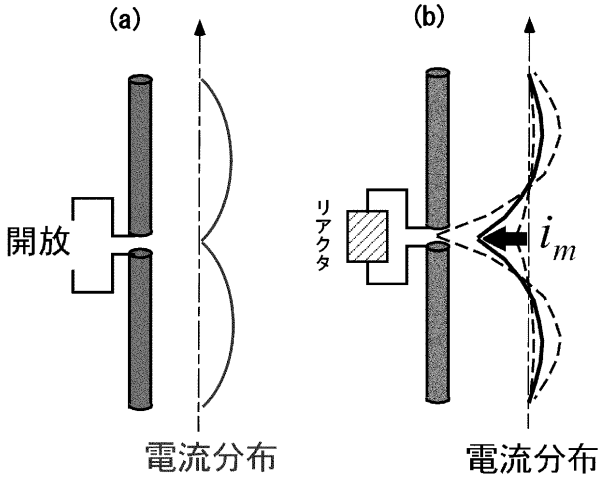
【図7】



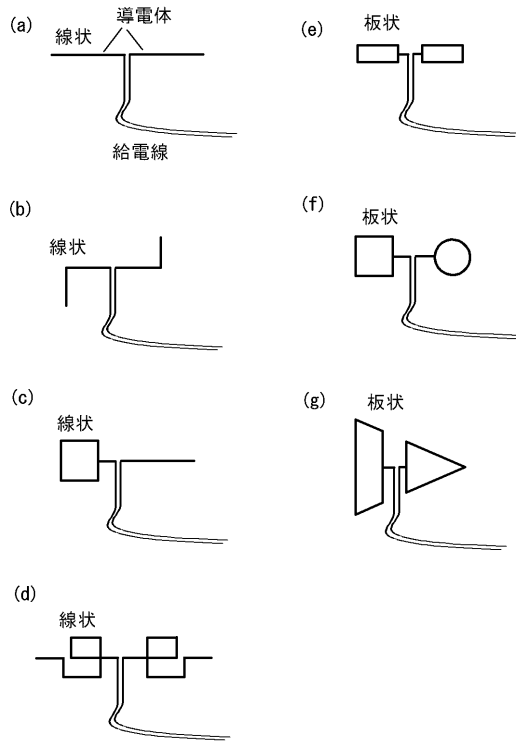
【図8】



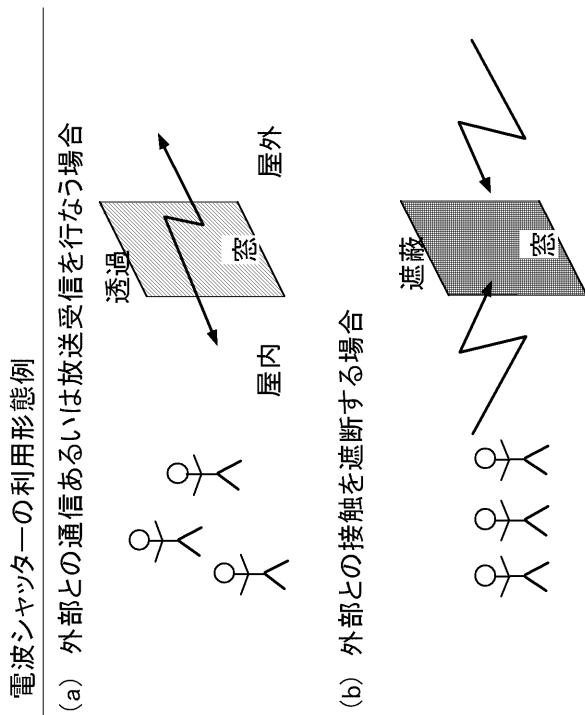
【 図 9 】



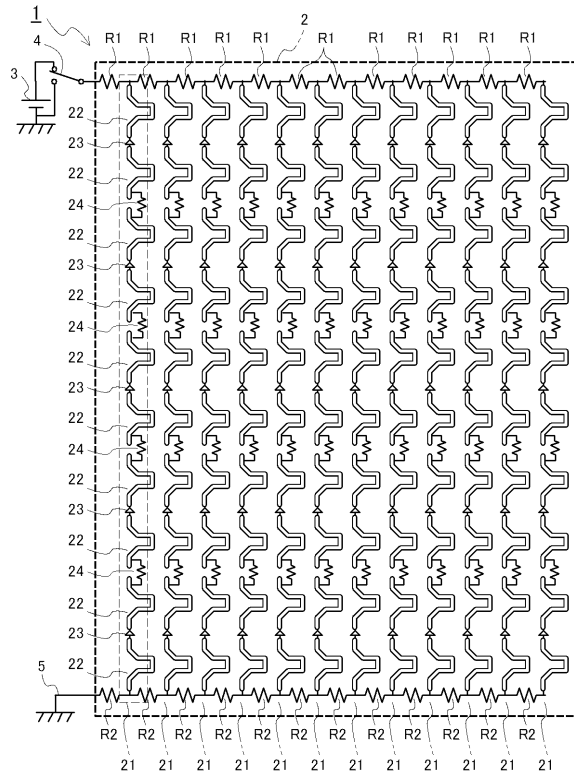
【 図 1 0 】



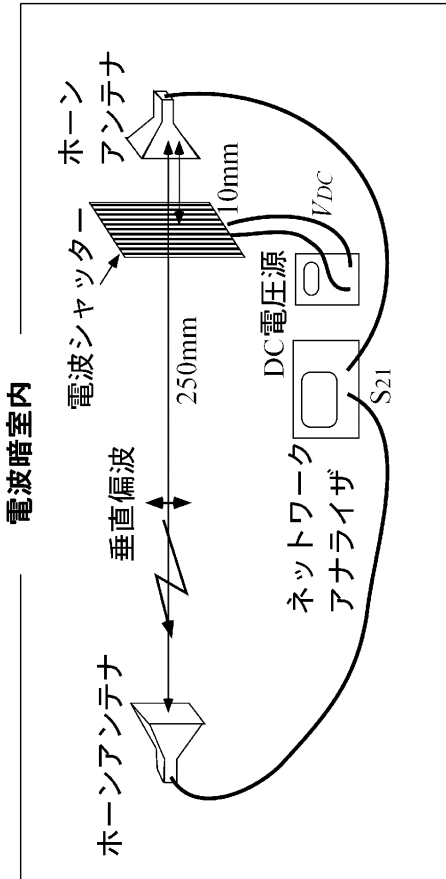
【 図 1 1 】



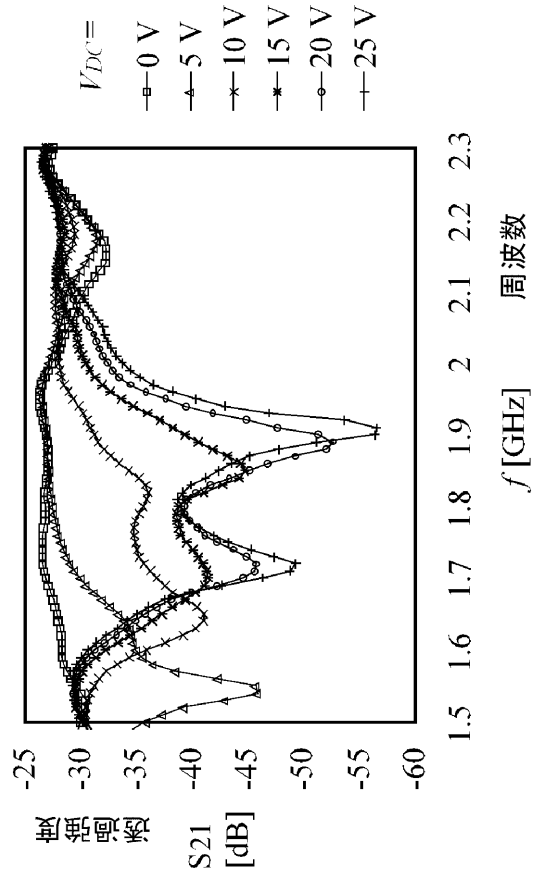
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】





フロントページの続き

(72)発明者 原田 博司

東京都小金井市貫井北町4 - 2 - 1 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 5E321 AA31 AA42 AA46 BB41 GG12 GH01 GH10

5J012 BA02