(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2013-201794
(P2013-201794A)
(43)公開日　平成25年10月3日(2013.10.3)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01Q 15/24	(2006.01)	H01Q	15/24	5J020
H01Q 1/42	(2006.01)	H01Q	1/42	5J046

審査請求 有　請求項の数 8　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2013-145704 (P2013-145704)
(22)出願日　平成25年7月11日 (2013.7.11)
(62)分割の表示　特願2011-98137 (P2011-98137)の分割
原出願日　平成23年4月26日 (2011.4.26)

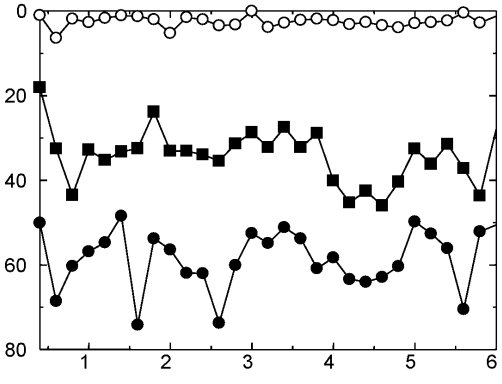
（出願人による申告）平成２２年度、国土交通省、先端ＩＣＴを活用した安全・安心な交通システムの開発委託研究、産業技術力強化法第１９条の適用を受ける特許出願

(71)出願人　501152352
独立行政法人電子航法研究所
東京都調布市深大寺東町７丁目４２番地２３
(74)代理人　100081042
弁理士　功力　妙子
(74)代理人　100116425
弁理士　功力　栄治
(72)発明者　二ッ森　俊一
東京都調布市深大寺東町７－４２－２３独立行政法人電子航法研究所内
(72)発明者　米本成人
東京都調布市深大寺東町７－４２－２３独立行政法人電子航法研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】直線偏波の制御方法及びその装置

(57)【要約】
【課題】　構造や製造方法も簡単で低コストで、さらに高周波数帯（ミリ波帯以上）においても使用可能で、高比強度、且つ、広帯域な直線偏波の制御方法及びその装置を提供すること。
【解決手段】　炭素繊維強化プラスチック板と、電波的に透明なガラス繊維強化プラスチック板とからなり、炭素繊維強化プラスチックの繊維方向は単方向であり、炭素繊維強化プラスチック板の両面又は片面にガラス繊維強化プラスチック板を積層し、これらの繊維強化プラスチック板が一体の繊維強化プラスチック板となるように成形してなる直線偏波を制御する偏波格子及びその偏波格子を有する装置。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した繊維強化プラスチック板を用い、
前記繊維は導電体であり、
前記導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、
高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が前記繊維強化プラスチック板に入射した時、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが直交する場合には前記電波は透過し、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には前記電波は減衰すること
を特徴とする直線偏波を制御する方法。
【請求項２】
前記導電体の繊維は、炭素繊維であること
を特徴とする請求項１に記載の直線偏波を制御する方法。
【請求項３】
繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した繊維強化プラスチック板からなり、
前記繊維は導電体であり、
前記導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、
高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が前記繊維強化プラスチック板に入射した時、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが直交する場合には前記電波は透過し、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には前記電波は減衰すること
を特徴とする直線偏波を制御する偏波格子。
【請求項４】
導電体の繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第１の繊維強化プラスチック板と、
電波的に透明な誘電体の繊維を樹脂の中に混入して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第２の繊維強化プラスチック板とからなり、
前記導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、
第１の繊維強化プラスチック板の両面又は片面に第２の繊維強化プラスチック板を積層し、第１の繊維強化プラスチック板と第２の繊維強化プラスチック板とが一体の繊維強化プラスチック板となるように成形し、
高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が前記一体となった繊維強化プラスチック板に入射した時、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが直交する場合には前記電波は透過し、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には前記電波は減衰すること
を特徴とする直線偏波を制御する偏波格子。
【請求項５】
前記導電体の繊維は、炭素繊維であること
を特徴とする請求項３～請求項４の何れかに記載の直線偏波を制御する偏波格子。
【請求項６】
板状に成形した導電体の繊維の層の両面又は片面に電波的に透明な誘電体の層を積層し、前記導電体の層と前記誘電体の層とを樹脂の中に浸して強度を向上させるように一体として板状に形成した繊維強化プラスチック板からなり、
前記導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、
高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が前記繊維強化プラスチック板に入

射した時、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが直交する場合には前記電波は透過し、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には前記電波は減衰すること
を特徴とする直線偏波を制御するレドーム。
【請求項７】
導電体の繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第１の繊維強化プラスチック板と、
電波的に透明な誘電体の繊維を樹脂の中に混入して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第２の繊維強化プラスチック板とからなり、
前記導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、
第１の繊維強化プラスチック板の両面又は片面に第２の繊維強化プラスチック板を積層し、第１の繊維強化プラスチック板と第２の繊維強化プラスチック板とが一体の繊維強化プラスチック板となるように成形し、
高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が前記一体となった繊維強化プラスチック板に入射した時、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが直交する場合には前記電波は透過し、
前記繊維方向と前記直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には前記電波は減衰すること
を特徴とする直線偏波を制御するレドーム。
【請求項８】
前記導電体の繊維は、炭素繊維であり、
前記電波的に透明な誘電体は、ガラス繊維であること
を特徴とする請求項６～請求項７の何れかに記載の直線偏波を制御するレドーム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、直線偏波の制御方法及びその装置に関し、特に、高周波数帯においても使用可能で、広帯域、且つ、高比強度な直線偏波の制御方法及びその装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
偏波ダイバーシチにおいて用いられる偏波格子は、特定方向に偏波した電波に限って透過する偏波器である。偏波格子の代表的なものとしてワイヤーグリッドがあり、このワイヤーグリッドは多数の導電体のワイヤを平行に配列したものである。この多数の導電体のワイヤ（金属線や金属テープが一般的である）に直線偏波（垂直／水平偏波）が入射すると、偏波の方向と導電体のワイヤの方向とが直交した場合（透過偏波の場合）には電波は殆ど透過し、偏波の方向と導電体のワイヤの方向とが平行、即ち、同一方向の場合（遮蔽偏波の場合）には電波は減衰する。
【０００３】
従来の偏波格子としては、他にもプリント基板上に線状の金属片をエッチングして形成されるものや、金属板を打ち抜いて形成するものがある。さらに、特許文献１に開示されているような合成樹脂と固着可能な非金属繊維を用いて形成される織布の経または緯のいずれか一方に、金属製の線条を所定間隔にて配置して織込んで、電磁波の偏波選択特性を持たせた偏波選択織布を形成し、該偏波選択織布を、単独で、または、合成樹脂と固着可能な非金属繊維のみからなる織布若しくは綿と組合せて、合成樹脂と共に硬化成形して構成することを特徴とする偏波格子がある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】

【特許文献１】実開昭６１－１４９４１３号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、従来の偏波格子は帯域が狭いという問題点がある。また、従来の偏波格子は、上述の方法で構成されるため、製作工程数が多く、高コストとなる問題点もある。
【０００６】
また、高周波数帯、特にミリ波やサブミリ波のようなミリ波帯以上の周波数帯において、偏波格子の導電体のワイヤの線径が太い場合には透過偏波の透過量が減少するという問題点があり、導電体のワイヤの線間隔が広い場合には遮蔽偏波の遮蔽量が減少するという問題点がある。従って、高周波数帯において偏波格子として十分な特性を得るためには、即ち、透過時における低損失特性及び遮断時における遮蔽特性の両方を満足する場合には、線径を細くし、線間隔を狭くする必要がある。一般的には、線径を波長の１０分の１以下、線間隔を波長の４分の１以下にする必要がある。
【０００７】
この条件を高周波数帯において満たそうとした場合の問題点について、プリント基板上に線状の金属片をエッチングして形成しているものを例にとって説明する。高周波数帯として100GHz帯とした場合、単純に計算しても金属線の線径を300μm以下、線間隔を750μm以下とする必要がある。実際には、基板上で合成樹脂により波長短縮効果があることから、さらに細い線径、狭い線間隔が必要となる。従って、100GHz帯においてですら100μm以下のオーダでの微細な加工が必要となることから、製造が非常に困難であるとともに、たとえ製造出来たとしてもさらに高コストとなるという問題点がある。高周波数帯ではこのような問題点があることから、従来の偏波格子は、高周波数帯、特にミリ波帯以上の周波数帯において、製造が非常に困難であるとともに、偏波格子としての性能を満足させることが出来ず、帯域も狭いという問題点があった。
【０００８】
また、特許文献１に記載の発明を例にとって、100GHz帯でこの条件を満たそうとした場合、同様の細い線径（300μm以下）と狭い線間隔（750μm以下）を満足するための100μm以下のオーダでの微細な加工が必要になるが、この場合の線間隔とは金属製の線条の線間隔である。この特許文献１に記載の発明は、上述したように、非金属繊維の間に金属製の線条を一定間隔で織り込んでいることから、一番密に金属製の線条を配置した場合でも金属製の線条と非金属繊維とを交互に織り込む必要がある。従って、金属製の線条の線間隔は、金属製の線条の間に織り込まれる非金属製の線条の線径によってさらに制限される。加えて、金属線の線条と非金属繊維との線間隔を考えた場合、さらに狭い線間隔が必要となるため、製造が技術的にも非常に困難であるという問題点がある。
【０００９】
さらに、特許文献１に記載の発明は、金属製の線条を織り込む場合、織り込むことによる微少な凹凸が発生する。この凹凸が発生することにより、金属製の線条の線間隔が微妙に変化するという問題点がある。また、特に高周波数帯において偏波格子として十分な特性を得るためには、線間隔は均等に揃える必要があるとともに微少な隙間を保つ必要がある。従って、特許文献１に記載の発明は、高周波数帯においては、たとえ製造出来たとしても偏波制御が困難であるという問題点もある。高周波数帯ではこのような問題点があることから、特許文献１に記載の発明は、高周波数帯、特にミリ波帯以上の周波数帯において、製造が非常に困難であるとともに、偏波格子としての性能を満足させることが出来ず、帯域も狭いという問題点があった。
【００１０】
また、この特許文献１には、金属製の線条としては炭素繊維も使用することが出来る旨開示されている。炭素繊維を合成樹脂に固着したものとしてはCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics：炭素繊維強化プラスチック）が一般的である。このCFRPは、細かく切断した炭素繊維をプラスチック等の樹脂に均一にまぶしたり、炭素繊維を繊維に方向

性を持たせたままプラスチック等の樹脂に浸潤させたりすることにより成形したものであり、軽量で強度の高い、即ち、比強度の高い材料である。

【００１１】

しかしながら、CFRPは、使用する炭素繊維の繊維方向が単方向である場合、炭素繊維の繊維方向の引張りには強いものの、繊維と直角方向の引張りには弱い（強度に異方性がある）という問題点がある。このため、通常一般的に使用されているCFRPは、板状の繊維の層を、繊維方向が異なるように複数枚重ねて成形したり、繊維そのものを３次元化したり、繊維層間を縫うステッチング、即ち、炭素繊維の繊維方向が異なる複数の炭素繊維を組み合わせて、それらが直交するように編み込んでメッシュ状に成形したりして構成されている。このようにして成形されたCFRPは、その高比強度を生かして、金属の代わりに用いられ、例えば電波の反射鏡等のアプリケーションに利用されている。

【００１２】

このCFRPで使用されている炭素繊維を、特許文献１に記載の発明において金属製の線条として炭素繊維を使用したとしても、単に金属製の線条の代わりに炭素繊維を置き換えただけでは特許文献１に記載の発明における上記の問題点の解決には何ら寄与することはない。従って、特許文献１に記載の発明において金属製の線条として炭素繊維を使用したとしても、高周波数帯、特にミリ波帯以上の周波数帯では、製造が技術的にも困難となり、高コストであるとともに、偏波格子としての性能を満足させることが出来ず、偏波制御が困難であるという問題点がある。また、高周波数帯では偏波格子としての性能を満足させることが出来ないことから、帯域が狭いという問題点も解決することが出来ない。

【００１３】

一方で、炭素繊維を用いた材料としては、後述する本発明において使用している炭素繊維の繊維方向が単方向のUD（ユニディレクショナル）プリプレグという材料がある。このユニディレクショナル・プリプレグは、あらかじめ繊維方向が単方向の炭素繊維を積層し、この積層した炭素繊維に樹脂を含浸させた（炭素繊維を樹脂の中に浸した）材料である。織布として金属製の線条と非金属性の線条とを交互に織り込むことにより製造する必要のある特許文献１に記載の発明と違って、ユニディレクショナル・プリプレグは、加熱加圧硬化処理により一体成形を行うことが出来るので、製造方法が簡単である。このユニディレクショナル・プリプレグを、特許文献１に記載の発明において金属製の線条の代わりに置き換えたとしても、ユニディレクショナル・プリプレグで使用している炭素繊維の線間隔は、炭素繊維の線間に織り込まれる非金属製の線条の線径によって結局は制限される。従って、特許文献１に記載の発明において、金属製の線条の代わりに炭素繊維に置き換えた場合と同様に、金属製の線条の代わりにユニディレクショナル・プリプレグを置き換えたとしても、特許文献１に記載の発明における上記の問題点は、何ら解決されることはない。高周波数帯、特にミリ波帯以上の周波数帯では、製造が技術的にも困難となり、高コストであるとともに、偏波格子としての性能を満足させることが出来ず、偏波制御が困難であるという問題点を解決することが出来ない。また、高周波数帯では偏波格子としての性能を満足させることが出来ないことから、帯域が狭いという問題点も解決することが出来ない。

【００１４】

本願発明は、上記のような問題点を鑑みなされたもので、構造や製造方法も簡単で低コストで、さらに高周波数帯においても使用可能で、高比強度、且つ、広帯域な直線偏波の制御方法及びその装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

請求項１に係る発明は、繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した繊維強化プラスチック板を用い、繊維は導電体であり、導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が繊維強化プラスチック板に入射した時、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが直交する場合には電波は透過し、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には電波

は減衰することを特徴とする直線偏波を制御する方法である。

【００１６】

請求項２に係る発明は、請求項１に記載の発明において、導電体の繊維は、炭素繊維である。

【００１７】

請求項３に係る発明は、繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した繊維強化プラスチック板からなり、繊維は導電体であり、導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が繊維強化プラスチック板に入射した時、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが直交する場合には電波は透過し、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には電波は減衰することを特徴とする直線偏波を制御する偏波格子である。

【００１８】

請求項４に係る発明は、導電体の繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第１の繊維強化プラスチック板と、電波的に透明な誘電体の繊維を樹脂の中に混入して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第２の繊維強化プラスチック板とからなり、導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、第１の繊維強化プラスチック板の両面又は片面に第２の繊維強化プラスチック板を積層し、第１の繊維強化プラスチック板と第２の繊維強化プラスチック板とが一体の繊維強化プラスチック板となるように成形し、高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が一体となった繊維強化プラスチック板に入射した時、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが直交する場合には電波は透過し、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には電波は減衰することを特徴とする直線偏波を制御する偏波格子である。

【００１９】

請求項５に係る発明は、請求項３～請求項４の何れかに記載の発明において、導電体の繊維は、炭素繊維である。

【００２０】

請求項６に係る発明は、板状に成形した導電体の繊維の層の両面又は片面に電波的に透明な誘電体の層を積層し、導電体の層と誘電体の層とを樹脂の中に浸して強度を向上させるように一体として板状に形成した繊維強化プラスチック板からなり、導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が繊維強化プラスチック板に入射した時、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが直交する場合には電波は透過し、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には電波は減衰することを特徴とする直線偏波を制御するレドームである。

【００２１】

請求項７に係る発明は、導電体の繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第１の繊維強化プラスチック板と、電波的に透明な誘電体の繊維を樹脂の中に混入して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第２の繊維強化プラスチック板とからなり、導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、第１の繊維強化プラスチック板の両面又は片面に第２の繊維強化プラスチック板を積層し、第１の繊維強化プラスチック板と第２の繊維強化プラスチック板とが一体の繊維強化プラスチック板となるように成形し、高周波数帯（ミリ波帯以上）の直線偏波された電波が一体となった繊維強化プラスチック板に入射した時、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが直交する場合には電波は透過し、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には電波は減衰することを特徴とする直線偏波を制御するレドームである。

【００２２】

請求項８に係る発明は、請求項６～請求項７の何れかに記載の発明において、導電体の繊維は、炭素繊維であり、電波的に透明な誘電体は、ガラス繊維である。

【発明の効果】

【００２３】
請求項１、請求項３及び請求項４に係る発明は、上記のように構成したので、構造が簡単で容易に、且つ、低コストで直線偏波を制御することが出来る。さらに、広帯域である。また、繊維自体は導電性を持ちながら、一本一本の繊維は樹脂で囲まれていて導通しないため、細い線径と狭い線間隔を満足することができるので、高い周波数帯においても直線偏波を制御することができ、偏波格子として動作可能である。
【００２４】
請求項２、請求項５及び請求項８に係る発明は、上記のように構成したので、請求項１、請求項３及び請求項４に係る発明と同様の効果がある。さらに、高比強度に優れ、容易に20dB以上の偏波選択特性が得られる。また、繊維自体の直流抵抗は数Ωから数十Ωであるため、直流には導電性を有するが、交流に対しては一本一本が繊維として動作し導電性を有しない。従って、直線偏波に対しては遮断や透過をすることができるとともに、同時に静電気の放電や落雷した時などにはそれらの電流を安全に逃がすことができる。
【００２５】
請求項６及び請求項７に係る発明は、上記のように構成したので、請求項１、請求項３及び請求項４に係る発明の効果を有するレドームが得られる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】この発明の実施例を示すもので、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子の透過減衰量の結果を示す図である。
【図２】この発明の実施例を示すもので、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子の透過減衰量の結果を示す図である。
【図３】この発明の実施例を示すもので、偏波格子を回転させた時の偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向との角度に対する偏波格子の透過減衰量の測定方法を示す模式図である。
【図４】この発明の実施例を示すもので、偏波格子を回転させた時の偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向との角度に対する偏波格子の透過減衰量の結果を示す図である。
【図５】この発明の実施例を示すもので、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子をレドームに応用した場合の模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
導電体の繊維を樹脂の中に浸して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第１の繊維強化プラスチック板と、電波的に透明な誘電体の繊維を樹脂の中に混入して強度を向上させるように形成した繊維強化プラスチックを板状に成形した第２の繊維強化プラスチック板とからなり、導電体の繊維の繊維方向は単方向であり、第１の繊維強化プラスチック板の両面又は片面に第２の繊維強化プラスチック板を積層し、第１の繊維強化プラスチック板と第２の繊維強化プラスチック板とが一体の繊維強化プラスチック板となるように成形し、直線偏波された電波が一体となった繊維強化プラスチック板に入射した時、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが直交する場合には電波は殆ど透過し、繊維方向と直線偏波の偏波方向とが同一方向の場合には電波は減衰することを特徴とする直線偏波を制御する偏波格子及びその偏波格子を有するレドーム。導電体の繊維は炭素繊維であり、電波的に透明な誘電体はガラス繊維である。
【実施例１】
【００２８】
この発明の実施例を、図１に基づいて詳細に説明する。
図１は、この発明の実施例を示すもので、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子の透過減衰量の結果を示す図である。ここで、図１は測定周波数範囲が400MHz～6GHz帯の場合の結果を示す図である。
【００２９】
まず、発明者等は、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子を形成するの

に必要なCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics：炭素繊維強化プラスチック）板を準備した。このCFRP板は、一般的に使用されるCFRP板、即ち、炭素繊維の繊維方向が異なる複数の炭素繊維を組み合わせて、それらが直交するように編み込んでメッシュ状に成形されたものではない。この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子を形成するのに必要なCFRP板は、炭素繊維の繊維方向が単方向のもの、即ち、UD（ユニディレクショナル）プリプレグを用いたCFRP積層板を使用する。このUD（ユニディレクショナル）プリプレグとは、あらかじめ繊維方向が単方向の炭素繊維を積層し、この積層した炭素繊維に樹脂を含浸させた（炭素繊維を樹脂の中に浸した）ものである。なお、上述したように、炭素繊維の繊維方向が単方向のものは、繊維と直角方向の引張りには弱い（強度に異方性がある）ため、この実施例で使用するCFRP板は、測定の為に便宜上一般的に使用されるメッシュ状に成形されたCFRP板を外枠に用いて補強してある。また、この実施例において、偏波格子に必要なCFRP板は、厚さが0.1mmのCFRP板を使用している。このCFRP板の炭素繊維の線径は10μm以下であり、炭素繊維はCFRP板上に一様に分布している。また、発明者等は、このCFRP板の炭素繊維の繊維方向と直交する方向の直流抵抗を測定したところ、直流抵抗は数Ω～数十Ωであった。

【００３０】

次に、発明者等は、電磁的に遮蔽したケース（以下、単に遮蔽ケースと記す。）を用意し、偏波格子を形成するのに必要なこのCFRP板の透過減衰量の測定を行った。遮蔽ケースには開口部を設け、この開口部を塞ぐようにCFRP板をセットするとともに、遮蔽ケース内部に発振器を設置し、遮蔽ケースの開口部からCFRP板を透過する電波を受信アンテナにより受信して、CFRP板による減衰量を測定した。このCFRP板による透過減衰量の測定結果を図１に示す。

【００３１】

図１において、横軸は周波数、縦軸はCFRP板による透過減衰量である。図１は測定周波数範囲が400MHz～6GHz帯の場合の結果である。図１において、

－○－○－は、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向が垂直の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが直交する場合の特性であり、

－■－■－は、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向も水平の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが同一方向の場合の特性であり、

－●－●－は、CFRP板の代わりにアルミ板を用いた際の特性である。このアルミ板はCFRP板と導電率がほぼ同じ値であり、一般的に使用されているCFRP板、即ち、メッシュ状に成形されているCFRP板の特性に相当するため、参考までに特性比較用として併せて示してある。

【００３２】

図１に示す結果より、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向が垂直の場合には、透過減衰量は6dB以下となっており、一方、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向も水平の場合には、透過減衰量は20dB～40dBとなっている。

【００３３】

さらに、この図１において、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向が垂直の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが直交する場合の特性と、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向も水平の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが同一方向の場合の特性とを比較すると、その特性の差は測定周波数範囲400MHz～6GHz帯のどの周波数帯域においても20dB以上ある。

【００３４】

従って、この発明による直線偏波の制御方法は、CFRP板の繊維、即ち、偏波格子の繊維方向と直交する偏波は殆ど透過し、同一方向からの偏波は大幅に減衰させることが可能であるとともに、20dB以上の偏波選択特性を有している。また、この測定周波数範囲400MHz～6GHz帯は4オクターブ程度の範囲であり、この範囲内で上記の様な偏波選択特性を有するので、これだけでもこの発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子は、十分に広帯域であることが判明した。

【実施例２】
【００３５】
この発明の第２の実施例を、図２に基づいて詳細に説明する。この発明の第２の実施例は、第１の実施例において述べた通り、4オクターブの範囲の偏波選択特性を有する広帯域なこの発明による直線偏波の制御方法が、さらに広帯域であることを確認するために、ミリ波帯においても第１の実施例と同様の透過減衰量の測定を行ったものである。
なお、第１の実施例と同じ部分については、同一名称、同一番号を用い、その説明を省略する。
【００３６】
図２は、この発明の実施例を示すもので、図１と同様にこの発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子の透過減衰量の結果を示す図である。ここで、図２は測定周波数範囲が75GHz～110GHz帯の場合の結果を示す図である。
【００３７】
この実施例では、第１の実施例と同様のCFRP板を用意した。また、測定法は電波無響室内で送信アンテナ及び受信アンテナを対向させて設置し、受信アンテナの前にCFRP板を設置することで透過減衰量を測定する自由空間法を用いた。そして、測定周波数範囲がミリ波帯（W帯75GHz～110GHz）においてCFRP板による透過減衰量の測定を行った。
【００３８】
図２において、図１と同様に横軸は周波数、縦軸はCFRP板による透過減衰量である。図２は測定周波数範囲が75GHz～110GHz帯の場合の結果である。図２において、
実線部分は、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向が垂直の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが直交する場合の特性であり、
破線部分は、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向も水平の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが同一方向の場合の特性である。
【００３９】
図２に示すように、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向が垂直の場合には、透過減衰量は5dB～10dBである。一方、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向も水平の場合には、透過減衰量は40dB以上である。ただし、図２にも示すように、この実施例で測定に用いた測定系では、測定限界が約40dB程度にある。従って、実際には、電波が水平偏波でCFRP板の繊維方向も水平の場合、即ち、偏波とCFRP板の繊維方向とが同一方向の場合は、より大きな透過減衰量になるものと考えられる。
【００４０】
さらに、この図２において、第１の実施例における図１と同様に、偏波とCFRP板の繊維方向とが直交する場合の特性と、偏波とCFRP板の繊維方向とが同一方向の場合の特性とを比較すると、その特性の差は測定周波数範囲75GHz～110GHz帯のどの周波数帯域においても30dB～40dB以上ある。従って、この発明による直線偏波の制御方法は、測定限界を考慮しても、測定周波数範囲75GHz～110GHz帯においても、30dB～40dB以上の偏波選択特性を有している。
【００４１】
以上述べた第１の実施例、第２の実施例から、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子は、UHF帯（300MHz～3GHz）からミリ波帯までの非常に広帯域な周波数範囲で偏波選択特性を有し、非常に広帯域な偏波格子として動作可能である。さらに、第１の実施例及び第２の実施例で偏波格子として使用しているCFRP板の炭素繊維の線径は、上述したように10μm以下であるため、理論上は3000GHz程度まで偏波格子として利用可能である。従って、理論上、数MHz～3000GHzを動作範囲とする非常に帯域の広い偏波格子として利用可能である。
【実施例３】
【００４２】
この発明の第３の実施例を、図３及び図４に基づいて詳細に説明する。
この発明の第３の実施例は、第１の実施例及び第２の実施例の偏波格子を回転させた時

の偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向との角度に対する偏波格子の透過減衰量の推移について測定を行ったものである。

なお、第１の実施例及び第２の実施例と同じ部分については、同一名称、同一番号を用い、その説明を省略する。

【００４３】

図３は、この発明の実施例を示すもので、第１の実施例及び第２の実施例の偏波格子を回転させた時の偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向との角度に対する偏波格子の透過減衰量の測定方法を示す模式図であり、図４はその測定結果を示す図である。

【００４４】

図３において、発明者等は、偏波格子１に直線偏波の電波２を入射し、偏波格子１を回転させて、この偏波格子１の繊維方向３と入射した電波２の偏波方向４との角度５における偏波格子１による透過減衰量を測定した。偏波格子１は、第１の実施例及び第２の実施例と同じもの（CFRP板）を使用している。この実施例では、偏波格子１への入射波の周波数は4.4GHzであり、偏波格子１を１５度刻みで回転させて透過減衰量の測定を行っている。

【００４５】

その測定結果を図４に示す。この図４において、横軸は偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向との角度を示しており、偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向とが平行、即ち、同一方向のときを０度、偏波格子の繊維方向と電波の偏波方向とが直交しているときを９０度としている。また、図４において、縦軸は偏波格子１による透過減衰量を示している。

【００４６】

この図４より、この発明による直線偏波の制御方法は、偏波格子１の繊維方向と偏波方向とが直交するときは殆ど透過し、偏波格子１の繊維方向と偏波方向とが同一方向のときは大幅に減衰させる特性を有するとともに、偏波格子１の繊維方向と偏波方向とが直交する場合から同一方向の場合までの間の透過減衰量の特性も段階的に変化していることが判明した。

【００４７】

また、この第３の実施例では、１枚の偏波格子を回転させて、偏波格子の繊維方向と偏波格子に入射した電波の偏波方向との角度によって減衰量を変化させているが、この態様に限定されるものではない。例えば、２枚の偏波格子を組み合わせて、一方の偏波格子の繊維方向と他方の偏波格子の繊維方向とが、互いに同一方向から互いに直交する方向まで回転可能に構成して入射した電波に対する透過減衰量を変化させるようにしてもよい。

【実施例４】

【００４８】

この発明の第４の実施例を、図５に基づいて詳細に説明する。

この発明の第４の実施例以降の実施例は、第１の実施例～第３の実施例の偏波格子の応用例を説明した実施例である。なお、第１の実施例～第３の実施例と同じ部分については、同一名称、同一番号を用い、その説明を省略する。

【００４９】

この発明の第４の実施例は、第１の実施例～第３の実施例の偏波格子をレドームに用いた応用例である。

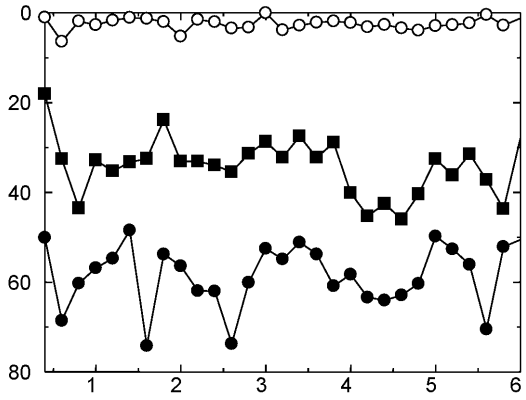
【００５０】

図５は、この発明の実施例を示すもので、この発明による直線偏波の制御方法を用いた偏波格子をレドームに応用した場合の模式図である。

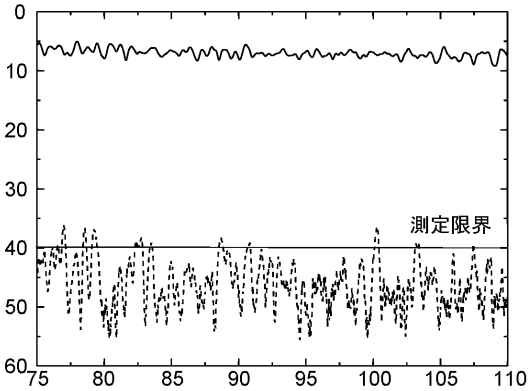
図５において、レドーム１０は、偏波格子１１と補強部１２とから構成されている。偏波格子１１は、第１の実施例～第３の実施例と同様に、炭素繊維の繊維方向が単方向のCFRPを使用している。しかしながら、この実施例の偏波格子１１は、第１の実施例～第３の実施例と異なり、一般的に使用されるメッシュ状に成形されたCFRP板を外枠に用いて補強してはいない。従って、偏波格子１１は、このままでは上述の通り、炭素繊維の繊維方向と直交する方向の引張りには弱い（強度に異方性がある）状態である。

【００５１】
補強部１２は、この偏波格子１１を補強するために、偏波格子１１の両面に形成している。この補強部１２は、この実施例では比較的安価で電波透過性に優れるGFRP（Glass Fiber
Reinforced Plastics：ガラス繊維強化プラスチック）板を使用している。なお、補強部１２は、GFRPに限定されるものではなく、電波透過性に優れている、即ち、電波的に透明な誘電体部材で、強度に異方性のある偏波格子１１の弱い方向の強度を補強する強度を有するものであればよい。
【００５２】
このようにレドーム１０を構成することにより、入射した電波２に対し、偏波格子１１の繊維方向と直交する方向に偏波された直線偏波の電波のみを透過し、同一方向からの偏波は大幅に減衰させることが可能な偏波選択特性を有するとともに、広帯域で高比強度に優れたレドームが得られる。また、レドーム１０が偏波選択特性を有することにより、偏波ダイバーシチ受信を行う際に偏波選択特性を有するアンテナを準備する必要がない。偏波選択特性を有するアンテナは、複雑な構造で高コストになるので、レドーム１０が偏波選択特性を有することにより、アンテナとレドームとの全体において簡単な構造でコストを抑えることができる。
【００５３】
また、上述のように偏波格子１１で使用しているCFRP板の炭素繊維の繊維方向と直交する方向に直流抵抗があることから、偏波格子１１はこの方向における導電性を有する。従って、直流には導電性を有するが、交流に対しては一本一本が繊維として動作し導電性を有しないため、直線偏波に対しては遮断や透過をすることができるとともに、同時に静電気の放電や落雷した時などにはそれらの電流を安全に逃がすことができる。一方、一般的に使用される金属線を用いた偏波格子は、金属線の線方向における導電性はあるが、金属線の線方向と直交する方向における導電性はない。従って、本願のように金属線の線方向と直交する方向における導電性を有するように構成した場合、この方向における導電性を確保するための金属線などの導電体が必要となる。しかしながら、このように構成した場合、一般的に使用される金属線を用いた偏波格子は、偏波格子として動作することは不可能である。
【００５４】
なお、この実施例では、偏波格子１１の両面に補強部１２を形成したが、十分な強度を確保できるのであれば偏波格子１１の片面にのみ補強部１２を形成してもよい。また、レドーム１０を構成する際に、偏波格子１１で使用しているCFRP板における板状の炭素繊維（繊維方向が単方向のもの）の層の両面若しくは片面に、補強部１２で使用しているGFRPにおける板状のガラス繊維の層を積層した上で、これらの炭素繊維の層とガラス繊維の層とを一体として樹脂に浸して強化プラスチックとして成形することによりレドーム１０を構成してもよい。
【００５５】
なお、第３の実施例以降の実施例においては、この発明による直線偏波を制御する偏波格子を用いた応用例を例示的に示しているが、これだけに限定されるものではない。この発明による直線偏波を制御する方法及びこの方法を用いた偏波格子は、偏波格子を使用する全てのアプリケーションに応用可能である。
【産業上の利用可能性】
【００５６】
この発明による直線偏波の制御方法及びその装置は、偏波ダイバーシチ受信や特定の直線偏波のみを選択して送受信を行う技術分野で幅広く利用可能である。
【符号の説明】
【００５７】
１、１１　偏波格子
１０　　レドーム

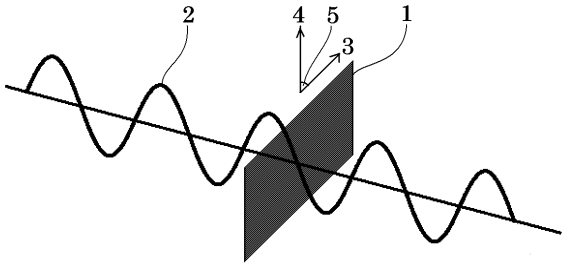
【図１】


0
20
40
60
80
1
2
3
4
5
6

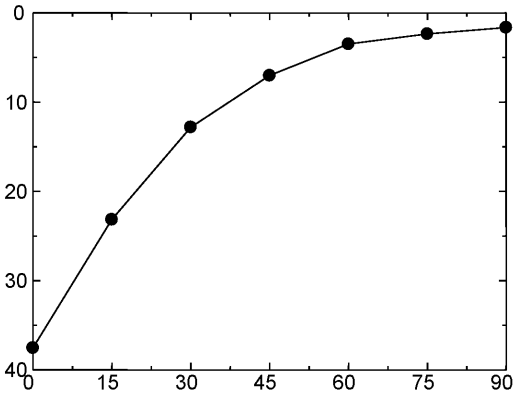
【図２】


0
10
20
30
40
50
60
75
80
85
90
95
100
105
110
測定限界

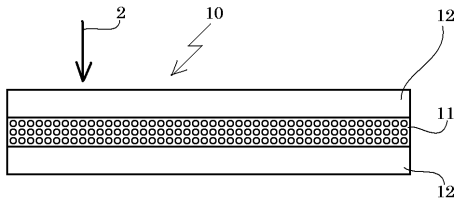
【図３】


2
4
5
3
1

【図４】


0
10
20
30
40
0
15
30
45
60
75
90

【図５】


2
10
12
11
12

フロントページの続き

(72)発明者　河村暁子
東京都調布市深大寺東町７－４２－２３独立行政法人電子航法研究所内

Ｆターム(参考) 5J020 AA07 BD03
5J046 AA13 RA03 RA08