

(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2017-40803

(P2017-40803A)

(43) 公開日 平成29年2月23日(2017.2.23)

(51) Int.Cl.
G02B 5/30 (2006.01)

F1
G02B 5/30

テーマコード(参考)
2H149

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-162773 (P2015-162773)
(22) 出願日 平成27年8月20日 (2015.8.20)

(71) 出願人 504203572
国立大学法人茨城大学
茨城県水戸市文京二丁目1番1号
(74) 代理人 100102635
弁理士 浅見 保男
(74) 代理人 100197022
弁理士 谷水 浩一
(72) 発明者 鈴木 健仁
茨城県日立市中成沢町四丁目12番1号
国立大学法人茨城大学 工学部内
Fターム(参考) 2H149 AA22 AB06 BA04 BA17 BA23

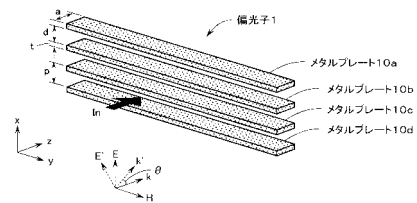
(54) 【発明の名称】 テラヘルツ波帯用の偏光子

(57) 【要約】

【課題】 透過波の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できるテラヘルツ波帯用の偏光子を提供する。

【解決手段】 金属製とされた細長い矩形のメタルプレート10a~10dを平行に重なるように配置して偏光子1が形成されている。メタルプレート10a~10dはz-y平面に平行に配置され、z方向が幅方向とされている。偏光子1への入射波Inにおける進行方向k'は、メタルプレート10a~10dの配置されたz-y平面のz軸方向に対して角度θだけ傾斜している。角度θは、偏光子1のブリュースター角θ_Bとされており、テラヘルツ波帯において偏光子1の透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定間隔をもって平行に配置した金属製の細長い複数のメタルプレートが入射光の光軸に対して、所定角度傾斜している偏光子であって、

前記メタルプレートが傾斜している前記所定角度が、前記メタルプレートの厚さと前記所定間隔とで決定されるブリュースター角とされていることを特徴とするテラヘルツ波帯用の偏光子。

【請求項 2】

両側に支持部が形成され、該支持部の間に所定幅のプレート部が形成されている金属製のグリッド板と、

前記グリッド板の両側の前記支持部の間に挿入される所定の厚さのスペーサとを備え、前記グリッド板の両側の前記支持部の間に前記スペーサを挿入して、複数の前記グリッド板を積層していくことにより、前記プレート部が所定間隔をもって平行に配置されたグリッド板積層体が構成され、該グリッド板積層体における前記プレート部が、前記グリッド板の厚さと前記スペーサの厚さとで決定されるブリュースター角だけ傾斜して配置されて、該プレート部が入射光の光軸に対してブリュースター角だけ傾斜していることを特徴とするテラヘルツ波帯用の偏光子。

【請求項 3】

上基台と、所定角度傾斜して形成された平面状の下面を有する下基台とを、さらに備え、

前記上基台と前記下基台との間に、前記グリッド板積層体が挟持され、前記上基台と前記プレート積層体と前記下基台とが固着手段により固着されており、前記所定角度は、前記プレート部が入射光の光軸に対して前記ブリュースター角だけ傾斜する角度とされていることを特徴とする請求項 2 に記載のテラヘルツ波帯用の偏光子。

【請求項 4】

細長い矩形状の金属薄板が一面のほぼ中央に形成されている矩形状のフィルムからなるフィルム基板と、

平面状の下面が所定角度傾斜した底部と、該底部の上面から立設した複数本の立設柱とを有する基台と、

前記基台の前記立設柱の位置が切り欠かれた前記フィルム基板を複数枚積層することにより、前記金属薄板が所定間隔をもって平行に配置されたフィルム基板積層体と、

平面状の平板部と、該平板部において前記基台の前記立設柱の位置が切り欠かれている押さえ板とを備え、

前記フィルム基板積層体が前記複数本の立設柱により位置合わせされて前記基台に収納され、該フィルム基板積層体の上に前記押さえ板が載置されて、該押さえ板に挿通されたネジが前記基台に螺着されており、前記所定角度は、前記金属薄板の厚さと前記フィルム基板の厚さとで決定されるブリュースター角だけ、前記金属薄板が入射光の光軸に対して傾斜する角度とされていることを特徴とするテラヘルツ波帯用の偏光子。

【請求項 5】

所定間隔をもって平行に配置された多数のスリットが貫通して形成され、所定の奥行きを有する直方体状とされた導電性の枠体からなり、前記スリットが入射光の光軸に対して、所定角度傾斜している偏光子であって、

前記スリットが多数形成されることにより、前記スリット間に前記所定角度傾斜した多数のグリッドが形成され、前記傾斜角度が、前記グリッドの厚さと前記所定間隔とで決定されるブリュースター角とされていることを特徴とするテラヘルツ波帯用の偏光子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、テラヘルツ波帯の偏光や検光等に主に用いられる偏光子に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

テラヘルツ波帯は周波数が0.1～10THz（波長が30μm～3000μm）の電磁波とされており、波長が遠赤外～ミリ波領域とほぼ一致する。テラヘルツ波帯は、「光」と「ミリ波」に挟まれた周波数領域に存在しているため、テラヘルツ電磁波は光と同様に高い空間分解能でものを見分ける能力と、ミリ波と同様の物質を透過する能力を併せ持っている。テラヘルツ波帯はこれまで未開拓電磁波であったが、この周波数帯の電磁波の特徴を生かした時間領域分光、イメージング及びトモグラフィーによる材料のキャラクタリゼーションへの応用などが検討されてきている。テラヘルツ電磁波を用いると、物質透過性と直進性を兼ね備えるためX線に替わる安全かつ革新的なイメージングが可能になったり、数100Gbps級の超高速無線通信を可能とすることができる。

10

【0003】

従来、主にテラヘルツ波帯の偏光や検光等にはワイヤーグリッドを用いる偏光子が提案されており、このワイヤーグリッドの実現に向けて研究が進められている。

従来の自立型ワイヤーグリッドの一例は、直径5μm～50μm程度の金属細線を、1本ずつ設定された間隔で平行に並べ、金属枠に接着剤で貼り付けて作成されている。この自立型ワイヤーグリッドは、適用可能な周波数に限界があり、概ね1.5THz以上の偏光子に適用可能な構造とすると、微細な構造になってしまうことから実現することが困難とされている。

【0004】

テラヘルツ波帯の偏光子に適用可能なワイヤーグリッド用金属板が特許文献1に開示されており、このワイヤーグリッド用金属板101の構成を示す平面図を図14に、ワイヤーグリッド用金属板101の一部の拡大平面図を図15に、図15の一部を更に拡大して示す平面図を図16(a)に、そのA-A線で切断した断面図を図16(b)に示す。

20

【0005】

ワイヤーグリッド用金属板101は例えば直径20mm～100mm程度のニッケルの円板形状とされ、図14～図16(a)(b)に示すように、縦方向に棧状（細線状）に延びる複数の縦棧部111と、各縦棧部111にほぼ直交する少なくとも1つの横棧部112とを有し、縦棧部111及び横棧部112は、それぞれの両端部が円形又は矩形のフランジ部113につながっている。

縦棧部111の幅（ワイヤー幅）や間隔は、ワイヤーグリッド用金属板101の性能を決定するパラメータであり、適用する光の周波数に応じて定まる。そして、ワイヤーグリッド用金属板101は、1.5THz以上のテラヘルツ波帯にも適用可能な構造とすることができ、縦棧部111の幅 W_a は1.5μm～50μmとすることができる。

30

【0006】

ワイヤーグリッド用金属板101においては、横棧部112が、少なくとも所定幅以上であって縦棧部111の幅以上に幅広とされている。これにより、幅 W_a が1.5μm～50μmの細線構造の縦棧部111を製造可能となる。また、ワイヤーグリッド用金属板101の板厚は、基板からの引き剥がし等における物理的強度や透過光特性の劣化を考慮して定める必要があり、板厚は10μmとされている。

なお、縦棧部111の幅 W_a はワイヤーグリッド用金属板101の性能を決定するパラメータとして一義的に定まるが、横棧部112の幅 W_b や間隔（個数）等は、主にワイヤーグリッド用金属板101の強度を確保する観点から定まる。このため、横棧部112の幅 W_b は、縦棧部111の幅以上の幅広に形成されている。具体的には、縦棧部111の幅 W_a を1.5μm～50μmとし、横棧部112を15μm以上であって縦棧部111より幅広に形成する。

40

【0007】

図17に、縦棧部111の幅 W_a が20μm、縦棧部111の間隔が60μm、横棧部112の幅 W_b が20μm、横棧部112の間隔が5mm、厚みが50μmとされたワイヤーグリッド用金属板101を使用した場合の特性を示す。図17を参照すると、透過配置の特性線2および阻止配置の特性線2の周波数特性から、周波数0.1～1.5T

50

H_zのテラヘルツ光に対して偏光子として動作していることが分かる。この場合、テラヘルツ光の電場の振幅方向が縦横部111の延伸方向である縦方向と直交する場合に透過配置となり、テラヘルツ光の電場の振幅方向が縦横部111の延伸方向である縦方向の場合に阻止配置となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第5141320号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0009】

しかしながら、従来のテラヘルツ波帯の偏光や検光等に用いられるワイヤーグリッド装置の透過配置の特性線2で示されるように、透過波の周波数特性は上下に細かく変動するリップルが生じるという問題点があった。

そこで、本発明は、透過波の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できるテラヘルツ波帯用の偏光子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】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子は、所定間隔をもって平行に配置した金属製の細長い複数のメタルプレートが入射光の光軸に対して、所定角度傾斜している偏光子であって、前記メタルプレートが傾斜している前記所定角度が、前記メタルプレートの厚さと前記所定間隔とで決定されるブリュースター角とされていることを最も主要な特徴としている。

20

【0011】

また、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、両側に支持部が形成され、該支持部の間に所定幅のプレート部が形成されている金属製のグリッド板と、前記グリッド板の両側の前記支持部の間に挿入される所定の厚さのスペーサとを備え、前記グリッド板の両側の前記支持部の間に前記スペーサを挿入して、複数の前記グリッド板を積層していくことにより、前記プレート部が所定間隔をもって平行に配置されたグリッド板積層体が構成され、該グリッド板積層体における前記プレート部が、前記グリッド板の厚さと前記スペーサの厚さとで決定されるブリュースター角だけ傾斜して配置されて、該プレート部が入射光の光軸に対してブリュースター角だけ傾斜していることを最も主要な特徴としている。

30

【0012】

さらに、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、上基台と、所定角度傾斜して形成された平面状の下面を有する下基台とを、さらに備え、前記上基台と前記下基台との間に、前記グリッド板積層体が挟持され、前記上基台と前記プレート積層体と前記下基台とが固着手段により固着されており、前記所定角度は、前記プレート部が入射光の光軸に対して前記ブリュースター角だけ傾斜する角度とされている。

【0013】

さらに、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、細長い矩形の金属薄板が一面のほぼ中央に形成されている矩形のフィルムからなるフィルム基板と、平面状の下面が所定角度傾斜した底部と、該底部の上面から立設した複数本の立設柱とを有する基台と、前記基台の前記立設柱の位置が切り欠かれた前記フィルム基板を複数枚積層することにより、前記金属薄板が所定間隔をもって平行に配置されたフィルム基板積層体と、平面状の平板部と、該平板部において前記基台の前記立設柱の位置が切り欠かれている押さえ板とを備え、前記フィルム基板積層体が前記複数本の立設柱により位置合わせされて前記基台に収納され、該フィルム基板積層体の上に前記押さえ板が載置されて、該押さえ板に挿通されたネジが前記基台に螺着されており、前記所定角度は、前記金属薄板の厚さと前記フィルム基板の厚さとで決定されるブリュースター角だけ、前記金属薄板が入射光の光軸に対して傾斜する角度とされていることを最も主要な特徴としている。

40

50

【 0 0 1 4 】

さらに、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、所定間隔をもって平行に配置された多数のスリットが貫通して形成され、所定の奥行きを有する直方体状とされた導電性の枠体からなり、前記スリットが入射光の光軸に対して、所定角度傾斜している偏光子であって、前記スリットが多数形成されることにより、前記スリット間に前記所定角度傾斜した多数のグリッドが形成され、前記傾斜角度が、前記グリッドの厚さと前記所定間隔とで決定されるブリュースター角とされていることを最も主要な特徴としている。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明の発明者は、入射波の光軸を傾けて偏光子に入射させると透過波の周波数特性に生じるリップルが少なくなることを見出し、特に傾斜角を偏光子のブリュースター角とすると、透過波の周波数特性に生じるリップルが最も少なくなることを見出した。すなわち、本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子は、所定間隔をもって平行に配置した金属製の細長い複数のメタルプレートの傾斜角度が、メタルプレートの厚さと所定間隔とで決定されるブリュースター角とされていることから、透過波の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化することができる。

また、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、金属製のグリッド板の両側に支持部が形成され、該支持部の間に所定幅のプレート部が形成され、前記グリッド板の両側の前記支持部の間に所定の厚さのスペーサを挿入して、複数の前記グリッド板を積層してグリッド板積層体を構成し、グリッド板積層体において所定間隔をもって平行に配置された前記プレート部の傾斜角度が、前記グリッド板の厚さと前記スペーサの厚さとで決定されるブリュースター角とされている。このことから、透過波の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる偏光子の構成を、簡易に組み立てることができる簡易な構成とすることができる。

また、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、フィルム基板の一面に細長い矩形状の金属薄板が形成されており、前記フィルム基板を積層してフィルム基板積層体を構成し、フィルム基板積層体において所定間隔をもって平行に配置された前記金属薄板の傾斜角度が、前記フィルム基板の厚さと前記金属薄板の厚さとで決定されるブリュースター角とされている。このことから、透過波の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる偏光子の構成を、簡易に組み立てることができる簡易な構成とすることができる。

また、本発明の他のテラヘルツ波帯用の偏光子は、所定間隔をもって平行に配置された多数のスリットが貫通して形成され、所定の奥行きを有する直方体状とされた導電性の枠体からなり、所定間隔をもって平行に配置された多数のスリットの傾斜角度が、前記スリット間に形成されたグリッドの厚さと所定間隔とで決定されるブリュースター角とされている。このことから、透過波の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる偏光子の構成を、簡易な構成とすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子の構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子の各部の寸法の例を示す図表である。

【 図 3 】 本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子の入射角度に対する透過電力の等高線図である。

【 図 4 】 本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子の透過電力の周波数特性、消光比の周波数特性を示す図である。

【 図 5 】 本発明のテラヘルツ波帯用の第 1 実施例の偏光子の構成を示す斜視図である。

【 図 6 】 本発明のテラヘルツ波帯用の第 1 実施例の偏光子の構成を示す正面図、一部拡大図、断面図で示す側面図である。

【 図 7 】 本発明のテラヘルツ波帯用の第 2 実施例の偏光子の構成を示す正面図、側面図である。

【 図 8 】 本発明のテラヘルツ波帯用の第 3 実施例の偏光子の構成を示す正面図、側面図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 9】本発明のテラヘルツ波帯用の第 3 実施例の偏光子におけるグリッド板積層体の構成を示す斜視図、上面図である。

【図 10】本発明のテラヘルツ波帯用の第 4 実施例の偏光子の構成を示す正面図、側面図である。

【図 11】本発明のテラヘルツ波帯用の第 4 実施例の偏光子の構成を示す分解組立図である。

【図 12】本発明のテラヘルツ波帯用の第 4 実施例の偏光子におけるフィルム基板の構成を示す平面図、フィルム基板積層体の構成を示す斜視図である。

【図 13】本発明のテラヘルツ波帯用の第 4 実施例の偏光子の入射角度に対する透過電力の等高線図、透過電力の周波数特性、消光比の周波数特性を示す図である。

【図 14】従来のワイヤグリッド用金属板の構成を示す斜視図である。

【図 15】従来のワイヤグリッド用金属板の構成を示す一部の拡大平面図である。

【図 16】従来のワイヤグリッド用金属板の構成を示す他の一部の拡大平面図である。

【図 17】従来のワイヤグリッド用金属板の特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 の構成を示す斜視図を図 1 に示す。

本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 は、図 1 に示すように金属製とされた細長い矩形状のメタルプレート 10 a、10 b、10 c、10 d を平行に重なるように配置して形成されている。メタルプレート 10 a ~ 10 d は z - y 平面に平行に配置され、z 方向が幅方向とされている。本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 において特徴的な構成は、入射波 I n における進行方向 k ' が、メタルプレート 10 a ~ 10 d が配置された z - y 平面の z 軸方向に対して角度 θ だけ傾斜している構成とされている。これは、入射波の光軸をメタルプレート 10 a ~ 10 d が置かれた面から傾けて偏光子 1 に入射させると、透過波の周波数特性に極力リップルが生じることがなく平坦化されることを本発明の発明者が見出し、特に傾斜角を偏光子 1 のブリュースター角とすると、透過波の周波数特性が最も平坦化されることを見出したことに基づいている。すなわち、角度 θ は、偏光子 1 のブリュースター角 θ_B とされており、ブリュースター角 θ_B は、メタルプレート 10 a ~ 10 d の上面間（下面間）の間隔 p とメタルプレート 10 a ~ 10 d 間の間隔 d とにより決定される。なお、図 1 に示す例では 4 枚のメタルプレート 10 a ~ 10 d が重なって構成されているが、実際にはメタルプレート 10 a ~ 10 d の上下に互いに平行に多数のメタルプレートが重なるように配置されている。

【0018】

本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 の寸法の一例を図 2 に示すが、メタルプレート 10 a ~ 10 d の幅 a が約 2 . 0 mm、その厚さ t が約 20 μ m、メタルプレート 10 a ~ 10 d 間の間隔 d が約 50 μ m、メタルプレート 10 a ~ 10 d の上面間（下面間）の間隔 p が約 70 μ m とされている。偏光子 1 のブリュースター角 θ_B は、図 2 に示す下記（1）式で示され、

$$\theta_B = \cos^{-1} (d / p) \quad (1)$$

（1）で算出されたブリュースター角 θ_B は、上記寸法の場合は約 44 . 4 ° と算出される。すなわち、入射光 I n を z - y 平面の z 軸方向に対してブリュースター角 θ_B （約 44 . 4 °）だけ傾斜させて入射させる。これにより、入射光 I n の電界成分 E が x 軸からブリュースター角 θ_B だけ傾斜する。

【0019】

図 1 に示す偏光子 1 は波長に対して十分に大きく、y 軸方向は無限一様構造とされ、x 軸方向は周期構造とされている。x 軸方向に周期境界壁を仮想し、メタルプレートの 1 枚分を抜き出した解析モデルで設計できる。この解析は、有限要素法電磁界シミュレータを用いて解析することができる。後述する図 3 および図 4 は、メタルプレートを金（Au）としたモデルの場合の解析結果である。

10

20

30

40

50

本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 の寸法が図 2 に示す寸法とされ、入射光 I_n の入射角度（光軸）が $0^\circ \sim 80^\circ$ とされた際の T M モードの透過電力の等高線図を図 3 に示す。

図 3 の横軸は $0^\circ \sim 80^\circ$ の範囲の入射角度であり、縦軸は $0.3 \text{ THz} \sim 2.3 \text{ THz}$ の周波数とされている。図 3 を参照すると、入射角度が約 35° ないし約 50° の範囲において、約 $0.3 \text{ THz} \sim 1.0 \text{ THz}$ の周波数帯域において約 95% 以上の透過電力が得られ、約 44.4° の入射角度においては約 $0.3 \text{ THz} \sim 1.3 \text{ THz}$ の周波数帯域において約 98% 以上の透過電力が得られており、入射角度がブリュースター角（ $\theta_B = 44.4^\circ$ ）付近においてインピーダンス整合が取れていることがわかる。

【0020】

また、本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 の寸法が図 2 に示す寸法とされ、偏光子 1 に入射光 I_n の入射角度（光軸）がブリュースター角（ $\theta_B = 44.4^\circ$ ）で入射された時の透過電力の周波数特性を、入射光 I_n の入射角度（光軸）が傾斜することなく入射（ $\theta = 0^\circ$ ）した場合の透過電力の周波数特性と対比して図 4 に示すと共に、入射角度（光軸）が 0° の場合の消光比の周波数特性を図 4 に示す。

図 4 に示す透過電力の周波数特性を参照すると、入射光 I_n の入射角度が 0° の時は、 $0.3 \text{ THz} \sim 2.3 \text{ THz}$ の全周波数帯域において透過電力の周波数特性にリップルが生じており、周期的に約 10% の幅で上下に変動している。これに対して、入射光 I_n の入射角度が 44.4° （ブリュースター角）の時は、 $0.3 \text{ THz} \sim 1.1 \text{ THz}$ の周波数帯域において透過電力の周波数特性にほぼリップルが生じておらず、約 95% ~ 100% の透過電力が得られ、約 $1.1 \text{ THz} \sim 2.0 \text{ THz}$ の周波数帯域ではリップルが生じるが、入射角度が 0° の時よりリップル幅が抑えられている。また、約 2.0 THz を超えると、入射角度が 0° の時よりリップル幅が大きくなる。このように、入射光 I_n の入射角度をブリュースター角とすることにより、テラヘルツ波帯において偏光子 1 の透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化することができる。

図 4 に示す消光比の周波数特性は、入射光 I_n の入射角度が 0° の場合であり、 0.3 THz から 2.3 THz の全周波数帯域でおおむね -50 dB 以下の消光比が得られている。なお、図 2 に示す寸法とされた偏光子 1 のカットオフ周波数は 3.0 THz となっている。

【0021】

本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 の具体的構成である第 1 実施例の偏光子 2 の構成を示す斜視図を図 5 に、その偏光子 2 の正面図を図 6 (a) に、その偏光子 2 の B で示す一部の拡大図を図 6 (b) に、その偏光子 2 の A - A 断面図で示す側面図を図 6 (c) に示す。

これらの図に示すように、第 1 実施例の偏光子 2 は、所定の奥行きを有する直方体状とされた導電性の枠体 2 a と、枠体 2 a の前面から後面まで斜め方向に枠体 2 a を貫通して多数形成されたスリット 2 b とから構成されている。枠体 2 a は金属製等の導電性とされ、枠体 2 a の奥行きはスリット 2 b の奥行きが a とされる長さとなる。多数のスリット 2 b の横方向の長さは l（小文字のエル）とされ、スリット 2 b は互いに平行に配置されている。スリット 2 b 間の枠体 2 a の領域によりグリッド 2 c が形成される。スリット 2 b の奥行きは a、スリット 2 b の幅は d、グリッド 2 c の厚さは t とされている。第 1 実施例の偏光子 2 では、枠体 2 a に多数のスリット 2 b が形成されることにより、平行配置された多数のグリッド 2 c が形成されており、このグリッド 2 c が偏光子 1 のメタルプレートとして機能するので偏光子として機能するようになる。なお、l はグリッド 2 c の長さでもあって、偏光子 2 の開口の寸法ともされている。

【0022】

多数本のスリット 2 b は、偏光子 2 の前面が x - y 平面に平行に置かれた際に、図 6 (c) に示すように z 軸方向に対してブリュースター角 θ_B だけ傾斜して形成されている。

10

20

30

40

50

すなわち、グリッド 2 c も z 軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜して形成されており、プリュースター角 θ_B は、グリッド 2 c の厚さ t と、グリッド 2 c 間の間隔に相当するスリット 2 b の幅 d とにより決定される。この場合のプリュースター角 θ_B は、下記 (2) 式で算出できる。

$$\theta_B = \cos^{-1} (d / (d + t)) \quad (2)$$

ここで、スリット 2 b の幅 d を約 50 μm 、グリッド 2 c の厚さ t を約 20 μm に形成すると、プリュースター角 θ_B は、約 44.4° となる。第 1 実施例の偏光子 2 に入射する入射光の進行方向 k は z 軸方向となり、スリット 2 b およびグリッド 2 c に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜すると共に、x 軸方向となる入射光の電界成分 E も、スリット 2 b およびグリッド 2 c に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する。

10

第 1 実施例の偏光子 2 においても、入射光の入射角度 θ をプリュースター角 θ_B とすることにより、テラヘルツ波帯において偏光子 2 の透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できるようになる。なお、スリット 2 b およびグリッド 2 c の寸法は、図 2 に示す寸法と同様とされるが、この場合、メタルプレートの幅 a がスリット 2 b の奥行き a に相当し、メタルプレートの厚さ t がグリッド 2 c の厚さ t に相当し、メタルプレート間の間隔 d がスリット 2 b の幅 d に相当する。また、透過特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる第 1 実施例の偏光子 2 の構成は、図 6 (a) (b) (c) に示すように簡易な構成となる。

【0023】

本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子 1 の具体的構成である第 2 実施例の偏光子 3 の構成を示す正面図を図 7 (a) に、その偏光子 2 の B 2 で示す一部の拡大図を図 7 (b) に、その偏光子 2 の C - C 断面図で示す側面図を図 7 (c) に示す。

20

これらの図に示すように、第 2 実施例の偏光子 3 は、所定の奥行きを有する直方体状とされ、奥に向かって傾斜して立つ導電性の枠体 3 a と、枠体 3 a の下面に装着された平板状の支持台 3 d とから構成されている。枠体 3 a は金属製の導電性とされ、枠体 3 a には、前面から後面まで枠体 3 a を貫通してスリット 3 b が多数形成されており、スリット 3 b は互いに平行に配置されている。スリット 3 b 間の枠体 3 a の領域によりグリッド 3 c が形成される。枠体 3 a の下面は傾斜しており、その傾斜角は、偏光子 3 が x 軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する角度に形成されている。すなわち、y - z 面に対する偏光子 3 の傾斜角は $(90^\circ - \theta_B)$ となる。第 2 実施例の偏光子 3 では、枠体 3 a に多数のスリット 3 b が形成されることにより、平行配置されたメタルプレートとされる多数のグリッド 3 c が形成されており、このグリッド 3 c が偏光子 1 のメタルプレートとして機能するので偏光子として機能するようになる。なお、第 2 実施例の偏光子 3 では、枠体 3 a の奥行きは a、多数のスリット 3 b の横方向の長さは l、スリット 3 b の幅は d、グリッド 3 c の厚さは t とされている。l はグリッド 3 c の長さでもあって、偏光子 3 の開口の寸法ともされている。枠体 3 a の下面に装着された平板状の支持台 3 d は、枠体 3 a の下面が傾斜していることから、偏光子 3 が傾斜して安定に立つようにする支持台であり、金属製に限るものではない。

30

【0024】

多数本のスリット 3 b は、図 7 (b) に示すように z 軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜して形成されている。すなわち、グリッド 3 c も同様に z 軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜して形成されている。プリュースター角 θ_B は、上記 (2) 式で算出できる。ここで、スリット 3 b の幅 d を約 50 μm 、グリッド 3 c の厚さ t を約 20 μm に形成すると、プリュースター角 θ_B は、約 44.4° となる。第 2 実施例の偏光子 3 に入射する入射光の進行方向 k は z 軸方向となり、スリット 3 b およびグリッド 3 c は、進行方向 k に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜すると共に、入射光の電界成分 E は x 軸方向となり、スリット 3 b およびグリッド 3 c は、電界成分 E の方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する。

40

これにより、本発明の第 2 実施例の偏光子 3 において、偏光子 3 の寸法が上記寸法とされ、入射光 I_n の入射角度 (光軸) θ が $0^\circ \sim 80^\circ$ とされた際の TM モードの透過電力

50

の等高線図は図3と同様となり、透過電力の周波数特性は図4と同様になる。このように、入射光の入射角度がブリュースター角 θ_B となつて、テラヘルツ波帯において偏光子3の透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できるようになる。なお、スリット3bおよびグリッド3cの寸法は、図2に示す寸法と同様とされるが、この場合、メタルプレートの幅aが枠体3aの奥行きaに相当し、メタルプレートの厚さtがグリッド3cの厚さtに相当し、メタルプレート間の間隔dがスリット3bの幅dに相当する。透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる第2実施例の偏光子3の構成は、図7(a)(b)に示すように簡易な構成となる。

【0025】

次に、本発明のテラヘルツ波帯用の偏光子1の具体的構成である本発明の第3実施例の偏光子4の構成を図8, 図9に示す。第3実施例の偏光子4の構成を示す正面図を図8(a)に、その偏光子4のD-D断面図で示す側面図を図8(b)に、その偏光子4におけるグリッド板積層体の構成を示す斜視図を図9(a)に、その偏光子4におけるグリッド板積層体の構成を示す上面図を図9(b)に示す。

図8(a)(b)に示すように、第3実施例の偏光子4は、奥に向かって傾斜して立っており、後述するグリッド板積層体4aと、このグリッド板積層体4aを上下から挟持する上基台42と下基台43と、下基台43の傾斜した下面に装着された支持台44とから構成されている。この場合、グリッド板積層体4aが、上基台42と下基台43とで挟持されて固着されるよう、上基台42から挿通された2本の取付ネジ45が、グリッド板積層体4aを貫通して下基台43に螺着されている。下基台43の傾斜した下面に装着された支持台44は、下基台43の下面が傾斜していることから、偏光子4が傾斜して安定に立つようにする支持台であり、金属製に限るものではない。

【0026】

ここで、グリッド板積層体4aの構成を図9(a)(b)を参照して説明する。グリッド板積層体4aは、金属製の平板状のグリッド板40の両側にスペーサ41を介して多数枚積層することにより形成されている。図9(a)(b)に示すように、グリッド板40は、厚みの薄い細長い矩形の金属板の一方の長辺の中央部を矩形に切り欠くことにより、他方の長辺に沿って細長い矩形のプレート部40aが形成されている。このプレート部40aの両側には、ほぼ正方形の支持部40bが形成されており、それぞれの支持部40bのほぼ中央に円形の取付孔40cが形成されている。このプレート部40aの横方向の長さがL2、その幅がa2とされ、グリッド板40の厚さはt2とされる。

【0027】

図9(a)に示すように、複数枚のグリッド板40は両側の支持部40bの間にそれぞれスペーサ41を配置して積層され、積層された際にプレート部40aがスペーサ41の厚さの間隔で配置された平行平板を構成し、このプレート部40aが偏光子1のメタルプレートとして機能するので、テラヘルツ波帯の偏光子として機能するようになる。この場合、スペーサ41の形状を支持部40bと同形状とすると、グリッド板40の両側の支持部40bの上に、縁を合わせると共に取付孔40cにスペーサ41の貫通孔の位置を合わせながらそれぞれ載置して、その上にスペーサ41の貫通孔に取付孔40cの位置を合わせながら次のグリッド板40を載置する。そして、次のグリッド板40の両側の支持部40bの上に、取付孔40cにスペーサ41の貫通孔の位置を合わせながら次のスペーサ41をそれぞれ載置して、その上にスペーサ41の貫通孔に取付孔40cの位置を合わせながらさらに次のグリッド板40を載置する。この作業を繰り返し行うことにより、プレート部40aが所定間隔で配置された平行平板を構成しているグリッド板積層体4aを組み立てることができる。

【0028】

スペーサ41の厚さはd2とされ、グリッド板40間の間隔、すなわち、プレート部40a間の間隔をd2とする機能を奏している。スペーサ41は、支持部40bとほぼ同形状とすることができ、中央部には貫通孔が形成されている。スペーサ41は、金属製でも合成樹脂製でも良い。貫通孔の内径は、グリッド板40の両側の支持部40bに形成され

10

20

30

40

50

た2つの取付孔40cの内径とほぼ一致している。また、グリッド板40とスペーサ41との位置合わせのために、取付孔40cと貫通孔の形状を同じ形状の多角形としてもよい。グリッド板40は、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル等の導電率の高い金属性とされている。

上記したグリッド板積層体4aの下に下基台43を配置し、グリッド板積層体4aの上に上基台42を配置して、上基台42に形成された孔部に上面から2本の取付ネジ45を挿通し、さらに、グリッド板積層体4aを構成するグリッド板40の取付孔40cおよびスペーサ41の貫通孔に取付ネジ45を順次挿通し、下基台43に形成されたネジ孔に螺着する。これにより、下基台43、グリッド板積層体4aおよび上基台42が2本の取付ネジ45により固着されて、第3実施例の偏光子4が構成される。下基台43の下面は図8(b)に示すように傾斜しており、その傾斜角は、偏光子4がx軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する角度に形成されている。すなわち、y-z面に対する傾斜角は $(90^\circ - \theta_B)$ となる。これにより、グリッド板積層体4aにおけるプレート部40aは、z軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜するようになる。上記説明した第3実施例の偏光子4は、堅牢で再現性に優れ歩留まり良く組み立てられる構造となる。

【0029】

第3実施例の偏光子4は、グリッド板積層体4aが、上基台42の傾斜してない下面と下基台43の傾斜してない上面との間に挟持されることから、グリッド板積層体4aにおけるプレート部40aは、z軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜するようになる。また、偏光子4の前面がx-y平面に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する。プリュースター角 θ_B は、グリッド板40の上面間(下面間)の間隔 p_2 と、グリッド板40間の間隔に相当するスペーサ41の厚さ d_2 とにより決定される。この場合、グリッド板40の上面間(下面間)の間隔 p_2 は、スペーサ41の厚さ d_2 にグリッド板40の厚さ t_2 を加算した値となり、偏光子4のプリュースター角 θ_B は、下記(3)式で算出できる。

$$\theta_B = \cos^{-1}(d_2 / p_2) = \cos^{-1}(d_2 / (d_2 + t_2)) \quad (3)$$

ここで、スペーサ41の厚さ d_2 を約 $50\mu\text{m}$ 、グリッド板40の厚さ t_2 を約 $20\mu\text{m}$ に形成すると、プリュースター角 θ_B は、約 44.4° となる。第3実施例の偏光子4に入射する入射光の進行方向kはz軸方向となり、プレート部40aは進行方向kに対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜すると共に、入射光の電界成分Eはz軸方向となり、プレート部40aは電界成分Eの方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する。

本発明の第3実施例の偏光子4において、偏光子4の寸法が上記寸法とされ、入射光Inの入射角度(光軸)が $0^\circ \sim 80^\circ$ とされた際のTMモードの透過電力の等高線図は図3と同様となり、透過電力の周波数特性は図4と同様になる。このように、入射光の入射角度がプリュースター角 θ_B となつて、テラヘルツ波帯において偏光子4の透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できるようになる。なお、スペーサ41およびグリッド板40の寸法は、図2に示す寸法と同様とされるが、この場合、メタルプレートの幅aがグリッド板40のプレート部40aの幅 a_2 に相当し、メタルプレートの厚さtがグリッド板40の厚さ t_2 に相当し、メタルプレート間の間隔dがスペーサ41の厚さ d_2 に相当する。透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる第3実施例の偏光子4の構成は、図8、図9に示すように簡易な構成とすることができる。

【0030】

次に、本発明の第4実施例の偏光子5の構成を図10ないし図12に示す。図10(a)(b)は第4実施例の偏光子5の構成を示す正面図および側面図であり、図11は第4実施例の偏光子5の構成を示す分解組立図であり、図12(a)(b)は第4実施例の偏光子5におけるフィルム基板50の構成を示す平面図およびフィルム基板積層体5aの構成を示す斜視図である。

これらの図に示すように、第4実施例の偏光子5は、奥に向かって傾斜して立っており、基台52と、複数のフィルム基板50を積層したフィルム基板積層体5aと、押さえ板

5 3 と、基台 5 2 の傾斜した下面に装着された支持台 5 5 とから構成されている。基台 5 2 はアルミニウム合金等の金属製とされており、図 1 0 (b) に示すように底部の平面状の下面が傾斜しており、その傾斜角は、偏光子 5 が x 軸方向に対してプリュースター角 θ だけ傾斜する角度に形成されている。底部の矩形状の上面において 1 つの隅を除く 3 つの隅から所定の高さで 3 本の立設柱が立設されている。3 本の立設柱の断面は、横長の矩形状とされている。また、底部には 4 つのネジ孔 5 6 が形成されている。

【 0 0 3 1 】

また、押さえ板 5 3 はアルミニウム合金等の金属製とされており、横長の矩形の平板状とされ、1 の隅を除く 3 つの隅には、3 本の立設柱の断面形状とそれぞれほぼ同じ形状とされた 3 つの切欠部が形成されている。基台 5 2 に押さえ板 5 3 を組み合わせた時に、3 つの切欠部に 3 本の立設柱がそれぞれ嵌合するようになる。また、基台 5 2 に設けられているネジ孔 5 6 と同じ位置に 4 つの挿通孔がそれぞれ形成されている。なお、4 つの挿通孔には座繰り加工が施されている。基台 5 2 の傾斜した下面に装着された支持台 5 5 は、基台 5 2 の下面が傾斜していることから、偏光子 5 が傾斜して安定に立つようにする支持台であり、金属製に限るものではない。

【 0 0 3 2 】

第 4 実施例の偏光子 5 におけるフィルム基板 5 0 は、外形形状がほぼ押さえ板 5 3 と同様の外形形状とされたポリマーフィルム 6 1 と、ポリマーフィルム 6 1 上に設けられた横に細長い金属薄板 5 1 とから構成されている。ポリマーフィルム 6 1 は、シクロオレフィンポリマーフィルムとされ、その比誘電率は約 2 . 3 4、 $\tan \delta$ は約 0 . 0 0 1 6 の低損失とされる。ポリマーフィルム 6 1 は、横長の矩形の平板状とされ、取付部 6 1 b および取付部 6 1 c が両側に形成され、取付部 6 1 b と取付部 6 1 c との間に矩形切欠部 6 6 が形成されて、金属薄板 5 1 を保持する横に細長い保持部 6 1 a が中央部の一侧に形成されている。基台 5 2 の 3 本の立設柱の位置に対応する取付部 6 1 b の 1 つの隅と取付部 6 1 c の 2 つの隅には、3 本の立設柱の断面形状と同じ形状とされた第 1 切欠部 6 3、第 2 切欠部 6 4、第 3 切欠部 6 5 がそれぞれ形成されている。保持部 6 1 a の一面には、横長の矩形状とされた金属薄板 5 1 が蒸着あるいは貼着、または、ポリマーフィルム 6 1 の一面に成膜した Cu 等の金属薄膜をエッチングすることにより形成されている。金属薄板 5 1 の長さは L 3、幅は a 3、厚さは t 3 とされる。この場合、保持部 6 1 a の縁部から金属薄板 5 1 の長辺までの長さが両側とも b 3 とされ、金属薄板 5 1 は保持部 6 1 a のほぼ中央に形成されている。また、取付部 6 1 b と取付部 6 1 c には、基台 5 2 に形成されている 4 つのネジ孔 5 6 に対応する位置に 4 つの孔部 6 7 が形成されている。

また、フィルム基板積層体 5 a のパラメータとなる寸法は、金属薄板 5 1 間の間隔が d 3 とされ、金属薄板 5 1 の厚さは t 3 とされ、金属薄板 5 1 が配置される周期が p 3 とされる。 $p 3 = d 3 + t 3$ となる。

【 0 0 3 3 】

このような構成のフィルム基板 5 0 を図 1 2 (b) に示すように位置合わせしながら複数枚積層してフィルム基板積層体 5 a を構成する。図 1 2 (b) に示すフィルム基板 5 0 a、5 0 b、5 0 c、5 0 d、5 0 e、5 0 f は図 1 2 (a) に示すフィルム基板 5 0 と同じ構成とされている。フィルム基板積層体 5 a は、図 1 2 (b) では 6 枚のフィルム基板 5 0 a ~ 5 0 f から構成されているが、図 1 2 (b) は模式的に示す図であり実際には数十枚以上のフィルム基板 5 0 を積層してフィルム基板積層体 5 a が構成される。そして、フィルム基板積層体 5 a においては、フィルム基板 5 0 a ~ 5 0 f に形成されている金属薄板 5 1 a ~ 5 2 f が同じ位置で重ねられると共に、隣接する金属薄板 5 1 間の間隔は、ポリマーフィルム 6 1 の厚さである d となる。これにより、上下にわたり重ねられた複数の金属薄板 5 1 が平行平板を構成し、この金属薄板 5 1 が偏光子 1 のメタルプレートとして機能するので、テラヘルツ波帯の偏光子として機能するようになる。

【 0 0 3 4 】

このようにして構成されたフィルム基板積層体 5 a を図 1 1 に示すように基台 5 2 上に配置して基台 5 2 内に収納する。収納した際にフィルム基板積層体 5 a における各フィル

10

20

30

40

50

ム基板 5 0 の第 1 切欠部 6 3 ~ 第 3 切欠部 6 5 に、基台 5 2 の 3 本の立設柱がそれぞれ嵌合されることにより、基台 5 2 に対してフィルム基板積層体 5 a における各フィルム基板 5 0 が位置合わせされて収納されるようになる。また、フィルム基板積層体 5 a における各フィルム基板 5 0 の 4 つの孔部 6 7 が基台 5 2 の 4 つのネジ孔 5 6 に位置合わせされる。

フィルム基板積層体 5 a を基台 5 2 に収納した後に、基台 5 2 上に押さえ板 5 3 を配置して基台 5 2 に収納したフィルム基板積層体 5 a の上に載置する。この時、押さえ板 5 3 の 3 つの切欠部に、基台 5 2 の 3 本の立設柱がそれぞれ嵌合されて、基台 5 2 に対して押さえ板 5 3 が位置合わせされるようになる。また、押さえ板 5 3 に形成された 4 つの挿通孔が、フィルム基板積層体 5 a における各フィルム基板 5 0 の 4 つの孔部 6 7 および基台 5 2 の 4 つのネジ孔 5 6 に位置合わせされる。

10

【 0 0 3 5 】

そこで、押さえ板 5 3 の 4 つの挿通孔にそれぞれ取付ネジ 5 4 を挿通して、フィルム基板積層体 5 a における各フィルム基板 5 0 の孔部 6 7 を貫通した 4 本の取付ネジ 5 4 を、それぞれ基台 5 2 のネジ孔 5 6 に螺着する。これにより、フィルム基板 5 0 同士が密着されて図 1 0 (a) (b) に示す第 4 実施例の偏光子 5 が組み立てられるようになる。第 4 実施例の偏光子 5 においては、押さえ板 5 3 により、金属薄板 5 1 が形成されているフィルム基板 5 0 の保持部 6 1 a が圧接されて、金属薄板 5 1 間の間隔が安定して保持されるようになる。また、フィルム基板積層体 5 a における各フィルム基板 5 0 の金属薄板 5 1 が上下にわたり平行に配置された平行平板とされて、偏光子 1 のメタルプレートに相当することを理解できる。この場合、平行平板とされる金属薄板 5 1 の間隔は、第 4 実施例の偏光子 5 の性能を決定するパラメータであるが、この間隔はフィルム基板 5 0 の厚さで一義的に決定される。すなわち、第 4 実施例の偏光子 5 では、4 本の取付ネジ 5 4 で固着される基台 5 2 と押さえ板 5 3 との間に平行平板とされている金属薄板 5 1 を備えるフィルム基板積層体 5 a が挟持されることから、平行平板とされる金属薄板 5 1 間の間隔がきわめて安定化されており、大量生産した場合にも上記間隔を安定して一定の値に保つことができ、第 4 実施例の偏光子 5 の歩留まりを向上することができる。なお、4 本の取付ネジ 5 4 は皿ネジとされており、押さえ板 5 3 の 4 つの座繰り加工された挿通孔 4 6 内に頭部が収まるようになり、取付ネジ 5 4 を螺着することにより基台 5 2、フィルム基板積層体 5 a および押さえ板 5 3 が位置合わせされて固着されるようになる。

20

30

【 0 0 3 6 】

第 4 実施例の偏光子 5 は、基台 5 2 の底部の下面が傾斜しており、フィルム基板積層体 5 a が、基台 5 2 の傾斜してない上面と傾斜してない押さえ板 5 3 との間に挟持されることから、フィルム基板積層体 5 a における金属薄板 5 1 は、z 軸方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜するようになる。また、偏光子 5 の前面が x - y 平面に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する。ここで、第 4 実施例の偏光子 5 の寸法の一例を示すと、フィルム基板 5 0 の厚さ d_3 が約 $50 \mu\text{m}$ 、金属薄板 5 1 の幅 a_3 が約 2mm 、金属薄板 5 1 の厚さ t_3 が約 $20 \mu\text{m}$ とされ、金属薄板 5 1 が配置される周期 $p_3 (= d_3 + t_3)$ が約 $70 \mu\text{m}$ とされる。第 4 実施例の偏光子 5 に入射する入射光の進行方向 k は z 軸方向となり、金属薄板 5 1 は進行方向 k に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜すると共に、入射光の電界成分 E は z 軸方向となり、金属薄板 5 1 は電界成分 E の方向に対してプリュースター角 θ_B だけ傾斜する。

40

【 0 0 3 7 】

図 1 0 ないし図 1 2 に示す第 4 実施例の偏光子 5 は波長に対して十分に大きく、y 軸方向は無有限一様構造とされ、x 軸方向は周期構造とされている。x 軸方向に周期境界壁を仮想し、メタルプレートの 1 枚分を抜き出した解析モデルで設計できる。この解析は、有限要素法電磁界シミュレータを用いて解析することができる。図 1 3 (a) (b) は、メタルプレートを完全導体としたモデルの場合の解析結果である。

本発明の第 4 実施例の偏光子 5 の寸法が上記寸法とされ、入射光 I_n の入射角度 (光軸) が $0^\circ \sim 80^\circ$ とされた際の TM モードの透過電力の等高線図を図 1 3 (a) に示す

50

。

図13(a)の横軸は $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の範囲の入射角度であり、縦軸は $0.1 \text{ THz} \sim 1.95 \text{ THz}$ の周波数とされている。図13(a)を参照すると、入射角度が約 40° ないし約 55° の範囲において、約 $0.1 \text{ THz} \sim$ 約 1.4 THz の周波数帯域において約95%以上の透過電力が得られ、約 51° の入射角度においては約 $0.1 \text{ THz} \sim$ 約 1.95 THz の周波数帯域において約98%以上の透過電力が得られており、入射角度が約 51° 付近においてインピーダンス整合が取れていることがわかる。この等高線図における平均透過電力がピークなる角度がブリュースター角 θ_B と推定できることから、ブリュースター角 θ_B は約 51° と推定できる。なお、ブリュースター角 θ_B は、金属薄板51の上面間(下面間)の間隔 p_3 と、金属薄板51間の間隔に相当するフィルム基板50の厚さ d_3 により決定されるが、フィルム基板50の比誘電率も影響することから、第4実施例の偏光子5ではブリュースター角 θ_B が約 51° と推定される。この場合、金属薄板51の上面間(下面間)の間隔 p_3 は、フィルム基板50の厚さ d_3 に金属薄板51の厚さ t_3 を加算した値となる。

【0038】

また、本発明の第4実施例の偏光子5の寸法が上記した寸法とされ、偏光子5に入射光 I_n の入射角度(光軸)がブリュースター角($=51^{\circ}$)で入射された時の透過電力の周波数特性を、入射光 I_n の入射角度(光軸)が傾斜することなく入射($=0^{\circ}$)した場合の透過電力の周波数特性と対比して図13(b)に示すと共に、入射角度(光軸)が 0° の場合の消光比の周波数特性を図13(b)に示す。

図13(b)に示す透過電力の周波数特性を参照すると、入射光 I_n の入射角度が 0° の時は、 $0.1 \text{ THz} \sim 1.95 \text{ THz}$ の全周波数帯域において透過電力の周波数特性にリップルが生じており、周期的に約18%の幅で上下に変動している。これに対して、入射光 I_n の入射角度が 51° (ブリュースター角)の時は、 $0.1 \text{ THz} \sim$ 約 1.2 THz の周波数帯域において透過電力の周波数特性にほぼリップルが生じておらず、約98%~100%の透過電力が得られ、約 $1.2 \text{ THz} \sim$ 約 1.95 THz の周波数帯域ではリップルが生じるが、入射角度が 0° の時よりリップル幅が抑えられている。このように、入射光 I_n の入射角度をブリュースター角とすることにより、第4実施例の偏光子5はテラヘルツ波帯の透過電力の周波数特性に極力リップルが生じることなく平坦化することができる。なお、 $0.1 \text{ THz} \sim 1.95 \text{ THz}$ の全周波数帯域における平均透過電力は、入射角度が 0° の時は約91.2%となるが、入射角度が 51° (ブリュースター角)の時は約99.4%が得られる。

図13(b)に示す消光比の周波数特性は、入射光 I_n の入射角度が 0° の場合であり、 0.1 THz から 1.95 THz の全周波数帯域でおおむね-50dB以下の消光比が得られている。

第4実施例の偏光子5においても、入射光の入射角度をブリュースター角 θ_B とすることにより、偏光子5の透過電力の周波数特性がテラヘルツ波帯においてリップル上下に変動することを防止できるようになる。このように、透過特性に極力リップルが生じることなく平坦化できる偏光子5の構成を、簡易に組み立てることができる簡易な構成とすることができる。

【産業上の利用可能性】

【0039】

以上説明した本発明にかかる偏光子においては、テラヘルツ波帯においてなるべくリップルが生じない良好な透過波の周波数特性が得られる。また、本発明の第1,2実施例の偏光子においては、枠体の前面の縦横の寸法を偏光子に必要とされる開口の寸法とし、その開口寸法となる長さおよび本数のスリットを前面から形成するようにしている。さらに、本発明の第3実施例の偏光子においてグリッド板を積層する枚数は、グリッド板を積層していった寸法が、偏光子に必要とされる開口の高さの寸法になる枚数とされ、グリッド板の横方向の長さは開口の幅の寸法とされる。さらに、本発明の第4実施例の偏光子においてフィルム基板を積層する枚数は、フィルム基板を積層していった寸法が、偏光子に必

10

20

30

40

50

要とされる開口の高さの寸法になる枚数とされ、フィルム基板の横方向の長さは開口の幅の寸法とされる。

また、第1, 2実施例の偏光子において、スリットはエッチング等により形成することができ、スリットは枠体の辺に平行に枠体のほぼ全領域に形成すればよい。

さらに、本発明の第3実施例の偏光子における平行平板とされるグリッド板の間隔は、偏光子の性能を決定するパラメータであるが、この間隔はスペーサの厚さで一義的に決定される。すなわち、本発明の第3実施例の偏光子では、大量生産した場合にも上記間隔を安定して一定の値に保つことができ、当該偏光子の歩留まりを向上することができる。また、スペーサの厚さを変更するだけで、適用される周波数帯を変更することができるようになる。

10

また、第4実施例の偏光子における平行平板とされる金属薄板の間隔は、偏光子の性能を決定するパラメータであるが、この間隔はフィルム基板の厚さで一義的に決定される。すなわち、本発明の第4実施例の偏光子では、大量生産した場合にも上記間隔を安定して一定の値に保つことができ、当該第4実施例の偏光子の歩留まりを向上することができる。また、フィルム基板の厚さを変更するだけで、適用される周波数帯を変更することができるようになる。さらに、ポリマーフィルムは、シクロオレフィンポリマーフィルムを用いるようにしたが、これに限ることはなくテラヘルツ波帯において誘電正接の小さいフィルムならばいずれの材料からなるフィルムでも用いることができる。また、フィルムに替えてフィルム状の物質を金属薄板の面に形成しても良い。例えば、金属薄板の面に所定の厚さになる樹脂等の絶縁性の物質を塗布あるいは貼着することにより、金属薄板を所定間隔で対向させるようにしても良い。

20

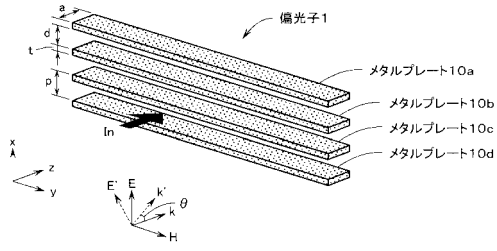
【符号の説明】

【0040】

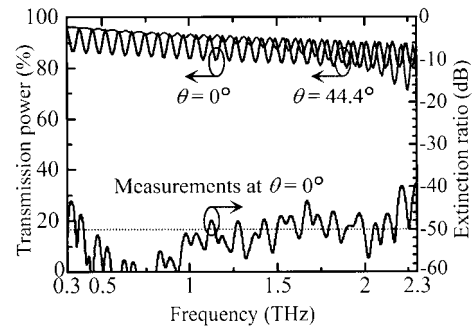
1 偏光子、2 偏光子、2 a 枠体、2 b スリット、2 c グリッド、3 偏光子、3 a 枠体、3 b スリット、3 c グリッド、3 d 支持台、4 偏光子、4 a グリッド板積層体、5 偏光子、5 a フィルム基板積層体、10 a ~ 10 d メタルプレート、40 グリッド板、40 a プレート部、40 b 支持部、40 c 取付孔、41 スペーサ、42 上基台、43 下基台、44 支持台、45 取付ネジ、46 挿通孔、50 フィルム基板、50 a ~ 50 f フィルム基板、51 金属薄板、51 a, 51 b 金属薄板、52 基台、53 押さえ板、54 取付ネジ、55 支持台、56 ネジ孔、61 ポリマーフィルム、61 a 保持部、61 b 取付部、61 c 取付部、63 第1切欠部、64 第2切欠部、65 第3切欠部、66 矩形状切欠部、67 孔部、101 ワイヤグリッド用金属板、111 各縦棧部、111 縦棧部、112 横棧部、113 フランジ部

30

【 図 1 】



【 図 4 】

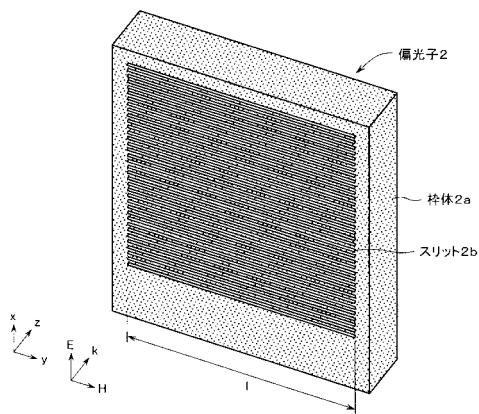


【 図 2 】

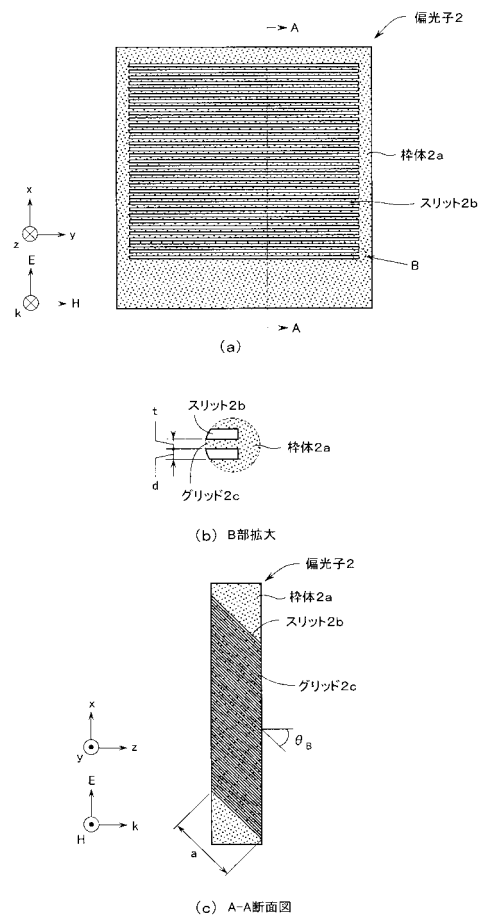
a	2.0mm
t	20 μ m
d	50 μ m
p	70 μ m

$\theta_B = \cos^{-1}(d/p) = 44.4^\circ$

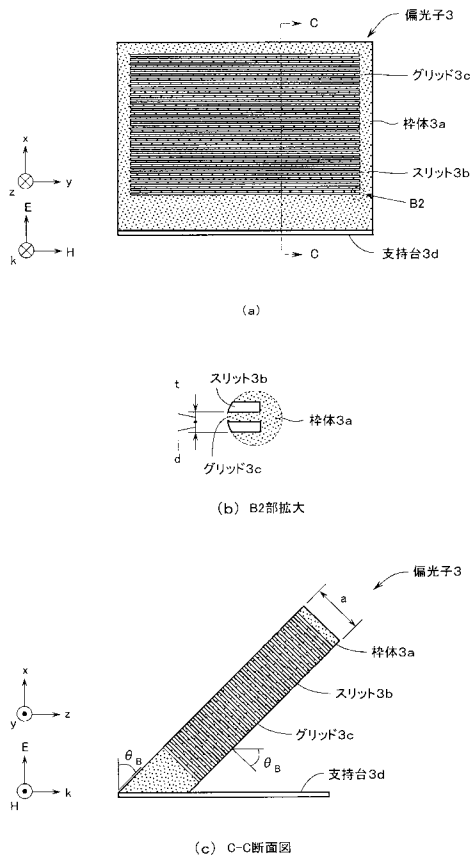
【 図 5 】



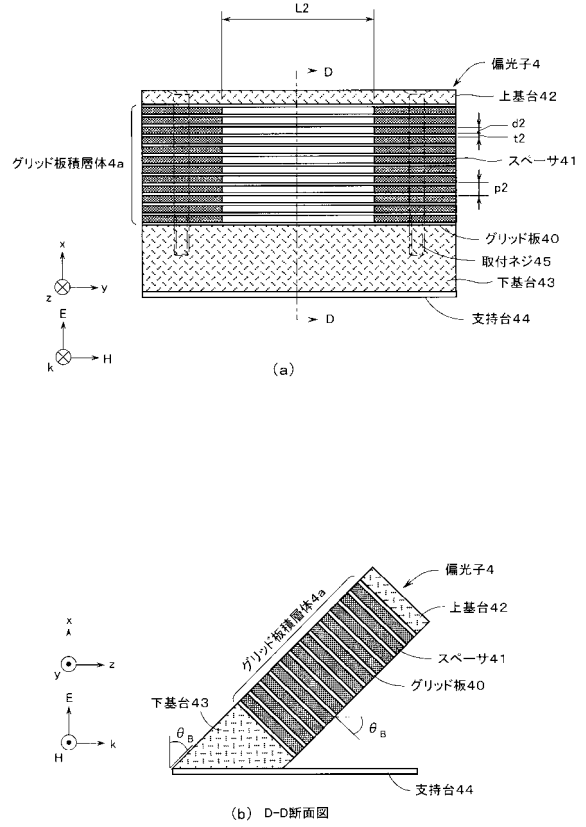
【 図 6 】



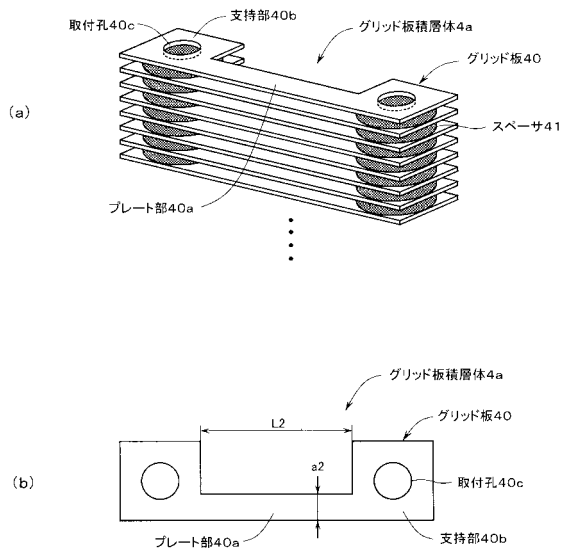
【 図 7 】



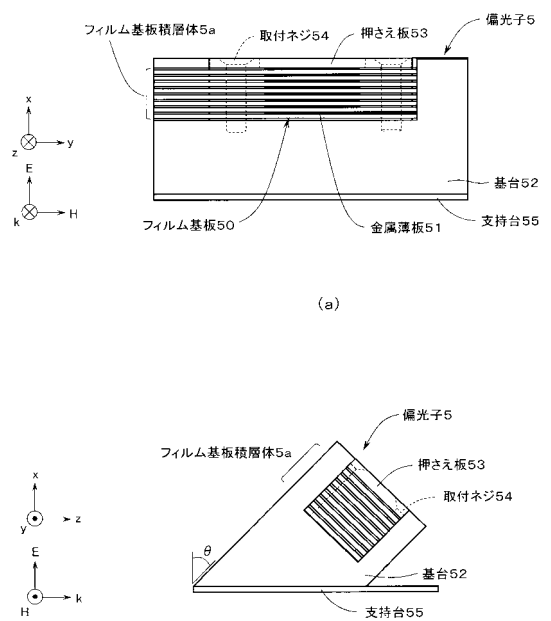
【 図 8 】



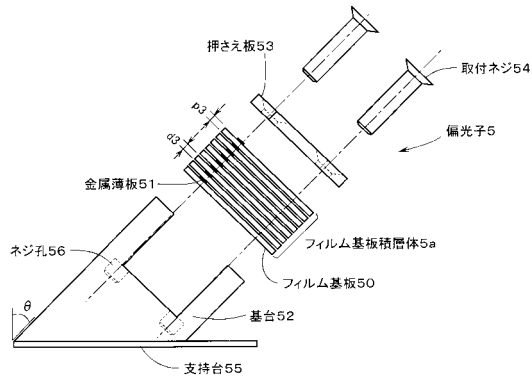
【 図 9 】



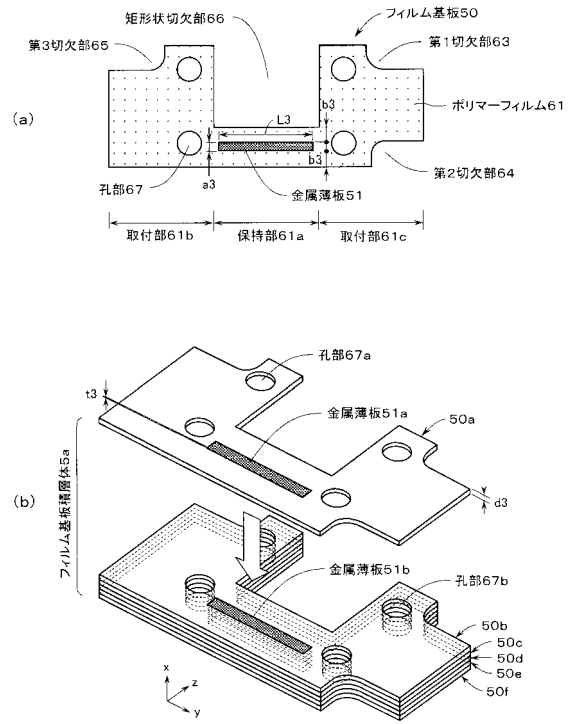
【 図 10 】



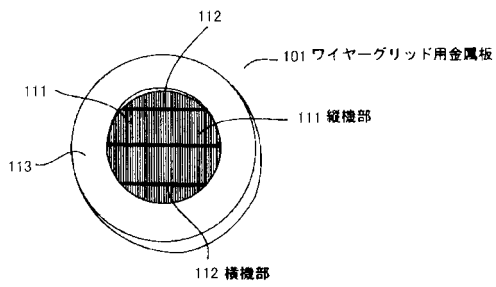
【 図 1 1 】



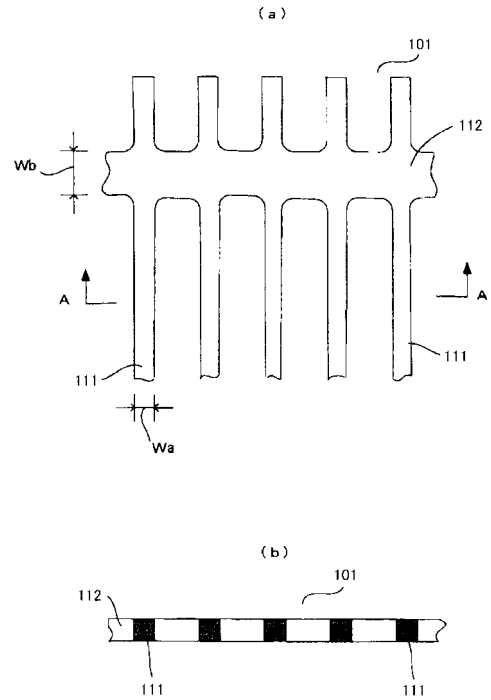
【 図 1 2 】



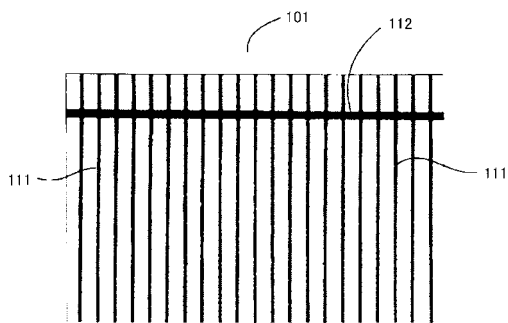
【 図 1 4 】



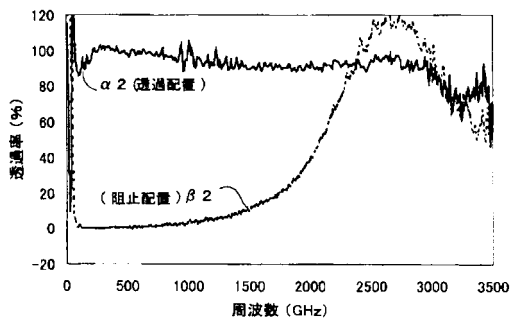
【 図 1 6 】



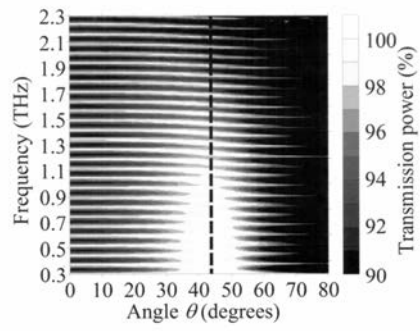
【 図 1 5 】



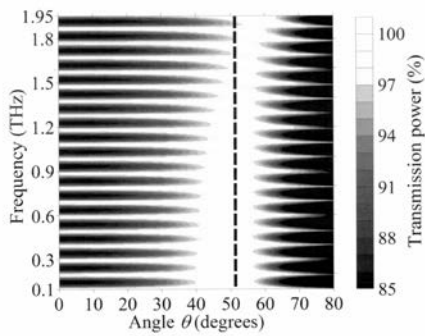
【 図 1 7 】



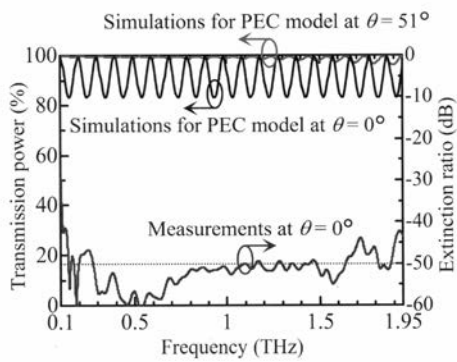
【 図 3 】



【 図 1 3 】



(a)



(b)