

(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2018-99310

(P2018-99310A)

(43) 公開日 平成30年6月28日(2018.6.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 6 2 J	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 A	4 C 1 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2016-247031 (P2016-247031)
 (22) 出願日 平成28年12月20日 (2016.12.20)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (74) 代理人 100101661
 弁理士 長谷川 靖
 (74) 代理人 100135932
 弁理士 篠浦 治
 (72) 発明者 渡邊 正
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内
 Fターム(参考) 2H040 DA03 DA14 DA15 DA17 GA02
 4C161 AA01 CC06 FF45 JJ01 JJ19
 LL02 UU03 UU06

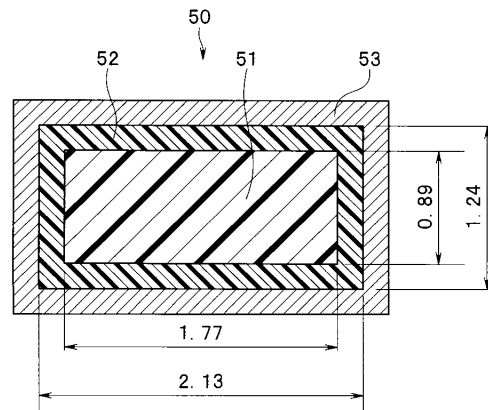
(54) 【発明の名称】 導波管、導波管を有する画像伝送装置、導波管を有する内視鏡および内視鏡システム

(57) 【要約】

【課題】ミリ波以上の周波数の電波を伝送する導波管において適切な可撓性と優れた伝送特性とを両立する。

【解決手段】長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の誘電体と、誘電体の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する筒状により形成された金属層53とを有し、前記誘電体は、長手方向に垂直な断面において内側に位置する第1の誘電体51と、長手方向に垂直な断面において第1の誘電体51より外側に位置し第1の誘電体51よりも低い誘電率を備える第2の誘電体52と、を有し、第1の誘電体51は、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有し、第2の誘電体52は、第1の誘電体51と金属層53との間に挟まれる領域に配設される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の誘電体と、前記誘電体の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する筒状により形成された金属層と、

を有し、

前記誘電体は、長手方向に垂直な断面において内側に位置する第 1 の誘電体と、長手方向に垂直な断面において前記第 1 の誘電体より外側に位置し前記第 1 の誘電体よりも低い誘電率を備える第 2 の誘電体と、を有し、

前記第 1 の誘電体は、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有し、

前記第 2 の誘電体は、前記第 1 の誘電体と前記金属層との間に挟まれる領域に配設される

ことを特徴とする導波管。

【請求項 2】

前記金属層は、前記第 2 の誘電体における外周面に対向する面である内周面において、長手方向に周期的な構造を形成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の導波管。

【請求項 3】

前記周期的な構造は、前記金属層における前記内周面において周方向の少なくとも一部に形成された溝である

ことを特徴とする請求項 2 に記載の導波管。

【請求項 4】

前記周期的な構造は、前記金属層における前記内周面において周方向の全周に亘って形成された溝である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の導波管。

【請求項 5】

前記溝は、当該金属層における当該内周面と前記第 2 の誘電体における前記外周面との間に隙間を形成する

ことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の導波管。

【請求項 6】

前記第 2 の誘電体は、前記第 1 の誘電体と前記金属層との間に挟まれる領域のうち、当該第 1 の誘電体の外周部の全周に亘って配設される

ことを特徴とする請求項 1 - 5 のいずれか 1 項に記載の導波管。

【請求項 7】

前記第 2 の誘電体は、前記第 1 の誘電体と前記金属層との間に挟まれる領域のうち、前記第 1 の誘電体の外周部における前記長径方向に対応する領域と前記短径方向に対応する領域とのいずれか一方の領域に相対的に多く配設される、または、当該いずれか一方の領域にのみ配設される

ことを特徴とする請求項 1 - 5 のいずれか 1 項に記載の導波管。

【請求項 8】

前記第 1 の誘電体は、前記第 2 の誘電体よりも高い誘電率を備える誘電性結晶と、空気とを含んで形成される

ことを特徴とする請求項 1 - 7 のいずれか 1 項に記載の導波管。

【請求項 9】

前記第 2 の誘電体は、少なくとも無極性の樹脂と、空気とを含んで形成される

ことを特徴とする請求項 1 - 8 のいずれか 1 項に記載の導波管。

【請求項 10】

前記第 1 の誘電体が 3 を超える比誘電率 ϵ_{r1} を有し、前記第 2 の誘電体が 2 よりも小さい比誘電率 ϵ_{r2} を有し、かつ、前記第 1 の誘電体の長径を a_1 、短径を b_1 とし、前

10

20

30

40

50

記第 2 の誘電体の長径を a_2 、短径を b_2 とするとき、

前記比誘電率 r_1 、前記比誘電率 r_2 、前記長径 a_1 および前記短径 b_1 、並びに、前記長径 a_2 および前記短径 b_2 の間には、

$$\{a_1 \times (r_1) + (a_2 - a_1) \times (r_2)\} > \{b_1 \times (r_1) + (b_2 - b_1) \times (r_2)\}$$

の関係が成り立つ

ことを特徴とする請求項 1 - 9 のいずれか 1 項に記載の導波管。

【請求項 1 1】

前記無極性の樹脂は、4 フッ化エチレン樹脂により構成される

ことを特徴とする請求項 9 に記載の導波管。

10

【請求項 1 2】

前記第 1 の誘電体は、前記 4 フッ化エチレン樹脂を含む

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の導波管。

【請求項 1 3】

請求項 1 - 1 2 のいずれか 1 項に記載の導波管を有する画像伝送装置であって、

前記導波管は所定の画像信号を伝送する

ことを特徴とする画像伝送装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 - 1 2 のいずれか 1 項に記載の導波管を有する内視鏡であって、

前記導波管は所定の画像信号を伝送する

ことを特徴とする内視鏡。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の内視鏡と、

前記導波管により伝送された所定の画像信号に対して所定の画像処理を施す画像処理部と、

を具備することを特徴とする内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波の電波信号伝送に利用する導波管、より詳しくはミリ波またはサブミリ波帯以上の電波伝送に適した導波管、導波管を有する画像伝送装置、導波管を有する内視鏡および内視鏡システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、いわゆる F T T H (Fiber To The Home) 等の技術により、1 G p b s を超える通信速度を有する通信環境が一般の家庭にも浸透してきている。また、スマートフォン等の高い処理能力を有する端末が広く普及し、利用可能な通信技術、および、情報処理の速度、すなわち「ハード性能」が著しく向上してきている。

【0003】

また、いわゆる F H D (Full High Definition) を超える 4 K / 8 K 画像に代表される高精細 / 大容量映像の利用、インターネットを介した情報アクセスの拡大等により、個人、または企業において利用可能な情報の質と量、すなわち「ソフト利用」についても飛躍的に拡大している。

40

【0004】

これらは、近年とくに注目をあびているビックデータ解析、ディープラーニング (深層学習) による A I (artificial intelligence; 人工知能) の発展など、新しい手法・付加価値の誕生にも大きく貢献している。

【0005】

このように、「ハード性能」の向上と「ソフト利用」の拡大とが両輪となって近年の技術は著しく発展し、新しい付加価値が誕生している。その結果として、現時点の情報通信

50

技術に求められる性能は、以前とは比べものにならないほど高いものになっている。そして、情報通信に必要な技術要素の中でも信号伝送線路に着目すると、この分野でも求められる性能は著しく高くなっていることが判る。

【0006】

ここで、現在においては、“伝送距離が短く伝送速度の遅い領域においては電気インターコネクション（金属線による接続）が主に用いられる”、一方、“伝送距離が長く伝送速度の速い領域では光インターコネクション（光通信、すなわち光ファイバによる接続）が主に用いられる”といえる。

【0007】

すなわち、例えば、数メートル程度での電気インターコネクションは、その利用できる限界が2.5 Gbps程度の伝送速度であり、これを超えると光インターコネクション（光通信）が有力な手段となるといえる。

10

【0008】

このように、伝送距離が長く伝送速度の速い領域では光通信が有力な手段とされるが、光通信には下記にあるような性能上の問題点が有ることが知られている。

【0009】

（1）信号伝送の信頼性に関わる問題点

一般に通信用光ファイバは石英ガラスを主成分とする1本の線で構成されることから、意図しない衝撃等の影響で信号伝送路である光ファイバが予期せず切断されることが起きる虞がある。

20

【0010】

（2）線路同士の接続に関わる問題点

通常の通信用光ファイバは、光の通る管（コア）の径が50 μm以下であり、線路同士の接続には一般的な加工では実現し難い（数 μmオーダーの）位置決め精度が要求される。この要求を緩和するために、接続部にレンズなど光学系を用いることもできるが、接続部が大型化し、また、塵、汚れ等により通信性能が劣化する虞がある。

【0011】

なお、上記（1）における問題点に関して電気インターコネクション（金属線による接続）は、線路は一般に複数の細線を束ねて構成しており、切断される場合にも徐々に細線が切れていくため、通信性能は徐々に劣化し、通信性能の劣化を知ることによって事前に修理などの対応をとることができる。

30

【0012】

同様に上記（2）における問題点に関して電気インターコネクションで用いられる接続部では、線路同士の接続にせいぜい0.1 mm程度の寸法精度を求められるに過ぎず、一般的な加工精度で容易に必要な接続精度を得ることができる。

【0013】

また、接続は金属同士を擦り合わせることに実現され、この「擦り合わせ」により接続部は安定してクリーニングされることから、塵、汚れ等による通信性能の劣化は多くの場合問題とならない。

【0014】

すなわち、上記（1）、（2）における問題点の存在により、特に通信に高い信頼性が求められる用途、または使用において線路同士の接続が求められる用途においては、光通信は電気インターコネクションの代替にならないと考えられる。

40

【0015】

上述した事情を鑑みて本発明者等は、数センチメートル～5メートル程度以下の長さで5 Gbps以上の通信速度を実現しうる方法として、また、リードワイヤによる信号伝送方式の課題である伝送速度の限界を克服しつつ、光ファイバによる信号伝送方式の課題をも克服する新しい信号伝送方式として導波路を利用する技術の特願2015-131913号において提案した。

【0016】

50

すなわち、電気基板程度の大きさから一般配線程度の長さの通信に適用できる、ミリ波（サブミリ波を含む）以上の周波数を有する電波を伝送する可撓性導波管によれば、上述した課題（信頼性の問題、接続に関わる問題）を克服しながら、電気インターコネクションでは実現が困難な数十 Gbps オーダーの高速通信が可能な通信線路を実現することができる。

【0017】

ところで、一般に、ミリ波（サブミリ波を含む）以上の周波数を有する電波を伝送する導波管において、可撓性を実現することは困難とされる。一方で、斯様な可撓性を有する導波管を実現する技術も知られている。

【0018】

たとえば特許第4724849号明細書（特許文献1）に記載される方法では、内部誘電体に絶縁性の糸を用いることで導波管の可撓性を高めるとともに、その内部誘電体の糸の種類を変えることで誘電率に分布を発生し伝送特性を安定させることを意図するものである。

【0019】

また、特開平8-195605号公報（特許文献2）に記載する技術では、外部導体を薄い導体を隙間無く貼り付けることで形成し、可撓性と伝送損失の低減とを併せて成し遂げようとするものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0020】

【特許文献1】特許第4724849号明細書

【特許文献2】特開平8-195605号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

しかしながら、特許文献1（特許第4724849号明細書）に記載される技術では、高い可撓性は実現しうるも、内部誘電体が糸の集合体であるために曲げたときの断面形状が安定しないという問題を抱える。さらに特許文献1に記載された技術においては、そもそも円形断面を有する導波管であるため、伝送する電波の伝送モードが安定しないことから伝送損失量が安定しない。

【0022】

また特許文献1には、内部誘電体における前記糸の種類を変えることで誘電率に分布を与えて伝送モードを安定しようという試みについても示されるが、素材が糸であるがために、そもそも高い誘電率を実現し難い。

【0023】

さらに、糸により誘電率の高い領域を形成しても導波管の内部でこの部位が移動して誘電率の分布が安定せず、導波管の伝送損失を却って増大させるという問題点がある。加えて、導波管内において局所的に誘電率の高い部位を設けることは容易でなく、製造性も悪いと考えられる。

【0024】

一方、特許文献2（特開平8-195605号公報）に記載された技術においては、誘電体の周りを金属導体から成るテープで包帯状に巻くために、金属層の内部表面には周期的な凹凸が発生する。さらに、導波管を曲げると誘電体と金属導体との間に隙間が生じ、その部分の金属層には皺ができてしまう虞がある。

【0025】

そして、この金属層の内部表面に発生する周期的な凹凸および皺は、導波管自体の伝送損失を著しく増大させるという問題点も有する。

【0026】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、ミリ波（サブミリ波を含む）以上の

10

20

30

40

50

周波数の電波を伝送する導波管において適切な可撓性と優れた伝送特性とを両立する導波管、導波管を有する画像伝送装置、導波管を有する内視鏡および内視鏡システムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0027】

本発明の一態様の導波管は、長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の誘電体と、前記誘電体の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する筒状により形成された金属層と、を有し、前記誘電体は、長手方向に垂直な断面において内側に位置する第1の誘電体と、長手方向に垂直な断面において前記第1の誘電体より外側に位置し前記第1の誘電体よりも低い誘電率を備える第2の誘電体と、を有し、前記第1の誘電体は、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有し、前記第2の誘電体は、前記第1の誘電体と前記金属層との間に挟まれる領域に配設される。

10

【0028】

本発明の一態様の画像伝送装置は、前記導波管を有する画像伝送装置であって、前記導波管は、所定の画像信号を伝送する。

【0029】

本発明の一態様の内視鏡は、前記導波管を有する内視鏡であって、前記導波管は、所定の画像信号を伝送する。

【0030】

本発明の一態様の内視鏡システムは、前記内視鏡と、前記導波管により伝送された所定の画像信号に対して所定の画像処理を施す画像処理部と、を具備する。

20

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、ミリ波（サブミリ波を含む）以上の周波数の電波を伝送する導波管において適切な可撓性と優れた伝送特性とを両立する導波管、導波管を有する画像伝送装置、導波管を有する内視鏡および内視鏡システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態の可撓性導波管を有する内視鏡システムの概略構成を示す斜視図である。

30

【図2】図2は、第1の実施の形態にかかる内視鏡システムの要部の機能構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、第1の実施の形態の可撓性導波管および撮像ユニットの構造を示した要部拡大斜視図である。

【図4】図4は、第1の実施の形態の可撓性導波管および撮像ユニットの構造を一部断面にて示した要部拡大斜視図である。

【図5】図5は、第1の実施の形態の可撓性導波管に係る構成を示した要部拡大斜視図である。

【図6】図6は、第1の実施の形態の可撓性導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

40

【図7】図7は、第1の実施の形態に対応する第1比較例の導波管の構成を示した要部拡大斜視図である。

【図8】図8は、第1の実施の形態に対応する第1比較例の導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

【図9】図9は、第1の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図である。

【図10】図10は、第1の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【図11】図11は、第1の実施の形態に対応する第1比較例の導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図である。

50

【図 1 2】図 1 2 は、第 1 の実施の形態に対応する第 1 比較例の導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、第 1 の実施の形態と第 1 比較例とにおける伝送損失量のシミュレーション結果を示す図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の第 2 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、第 2 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の第 3 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、第 3 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【図 1 8】図 1 8 は、第 2 の実施の形態に対応する第 2 比較例の導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図である。

【図 1 9】図 1 9 は、第 2 の実施の形態に対応する第 2 比較例の導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【図 2 0】図 2 0 は、第 3 の実施の形態に対応する第 3 比較例の導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図である。

【図 2 1】図 2 1 は、第 3 の実施の形態に対応する第 3 比較例の導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【図 2 2】図 2 2 は、第 1 ~ 第 3 の実施の形態における伝送損失量のシミュレーション結果を示す図である。

【図 2 3】図 2 3 は、第 1 ~ 第 3 の実施の形態に対応する第 1 ~ 第 3 比較例における伝送損失量のシミュレーション結果を示す図である。

【図 2 4】図 2 4 は、第 2、第 3 の実施の形態の可撓性導波管において採用する外部導体の一例を示した要部拡大正面図である。

【図 2 5】図 2 5 は、第 2、第 3 の実施の形態の可撓性導波管において採用する外部導体の他の例を示した要部拡大正面図である。

【図 2 6】図 2 6 は、本発明の第 4 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

【図 2 7】図 2 7 は、本発明の第 5 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

【図 2 8】図 2 8 は、第 4 の実施の形態における誘電体の誘電損失のシミュレーション結果を第 1 比較例と比較して示す図である。

【図 2 9】図 2 9 は、第 5 の実施の形態における誘電体の誘電損失のシミュレーション結果を第 1 比較例と比較して示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

なお、以下に示す各実施形態は、各実施形態の可撓性導波管を有する内視鏡システムを例に説明するものとする。

【0034】

また、この実施の形態により、この発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付している。さらにまた、図面は、模式的なものであり、各部材の厚みと幅との関係、各部材の比率等は、現実と異なることに留意する必要がある。また、図面の相互間においても、互いの寸法や比率が異なる部分が含まれている。

【0035】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態の可撓性導波管を有する内視鏡システムの概略構成

10

20

30

40

50

を示す斜視図であり、図 2 は、第 1 の実施の形態にかかる内視鏡システムの要部の機能構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、内視鏡システム 1 は、いわゆる上部消化管用の内視鏡システムであって、被検体 P の体腔内に先端部を挿入することによって被写体 P の体内画像を撮像し当該被写体像の画像信号を出力する撮像部を備える内視鏡 2 と、内視鏡 2 における前記撮像部から出力される画像信号に対して所定の画像処理を施す画像処理部を備えるとともに内視鏡システム 1 全体の動作を統括的に制御するビデオプロセッサ 3 と、内視鏡 2 の先端から出射するための照明光を発生する光源装置 4 と、ビデオプロセッサ 3 において画像処理が施された画像を表示する表示装置 5 と、を主に備える。

10

【 0 0 3 7 】

内視鏡 2 は、先端部に前記撮像部を備えると共に主として可撓性を有する細長形状部により構成される挿入部 6 と、挿入部 6 の基端側に接続され各種の操作信号の入力を受け付ける操作部 7 と、操作部 7 から基端側に向けて延出されビデオプロセッサ 3 および光源装置 4 と接続するユニバーサルコード 8 と、を備える。

【 0 0 3 8 】

ここで内視鏡 2 は、挿入部 6 の先端部に配設した撮像部とビデオプロセッサ 3 における画像処理部との間において、挿入部 6 における前記撮像部から当該挿入部 6、前記操作部 7 および前記ユニバーサルコード 8 のそれぞれ内部を経由してビデオプロセッサ 3 の画像処理部に至るまで延設され、撮像部からの画像信号等の伝送するための信号伝送路を備える。

20

【 0 0 3 9 】

そして、本実施形態に係る内視鏡システムにおいては、前記信号伝送路をミリ波またはサブミリ波（以下、場合により代表してミリ波と記載する）を通す導波路により構成されることを特徴とする（当該「導波路」については、後に詳述する）。

【 0 0 4 0 】

図 1 に戻って、挿入部 6 は、最先端部に配設された、前記撮像部を構成する撮像素子 2 2 等を内蔵した先端硬性部 1 0 と、当該先端硬性部 1 0 の基端側に配設され、複数の湾曲駒によって構成された湾曲自在な湾曲部 9 と、当該湾曲部 9 の基端側に接続され、可撓性を有する長尺状の可撓管部と、を有する。

30

【 0 0 4 1 】

また、図 2 に示すように、本実施形態において挿入部 6 の最先端に配設された先端硬性部 1 0 には、被検体像を入光する撮像光学系 2 1 と、撮像光学系 2 1 の後方に配設され、被検体像を撮像して光電変換により所定の画像信号を出力する撮像素子 2 2 等を含む撮像ユニット 2 0 と、が配設されている。

【 0 0 4 2 】

前記撮像ユニット 2 0 は、前記撮像光学系 2 1 の結像位置に設けられ、撮像光学系 2 1 が集光した光を受光して電気信号に光電変換する前記撮像素子 2 2 と、撮像素子 2 2 の近傍基端側に配設され、当該撮像素子 2 2 を駆動すると共に撮像素子 2 2 から出力された撮像信号に所定の処理を施すドライバ I C 2 3 と、ドライバ I C 2 3 の基端側に設けられ、導波路（可撓性導波管）5 0（詳しくは後述する）を介して信号の送受信をするための送受信アンテナ 2 7（詳しくは後述する）と、を有する。

40

【 0 0 4 3 】

前記撮像素子 2 2 は、本実施形態においては、C M O S（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサであって、かつ、いわゆるフルハイビジョン相当以上の画素数である 2 0 0 万画素以上の画素数を有するイメージセンサを採用する。

【 0 0 4 4 】

前記ドライバ I C 2 3 は、撮像素子 2 2 が出力した電気信号に対してノイズ除去および A / D 変換を行うアナログフロントエンド（A F E）2 4 と、撮像素子 2 2 の駆動タイミングおよび A F E 2 4 等における各種信号処理のパルスを発生するタイミングジェネレー

50

タ(TG)25と、前記送受信アンテナ27を接続し、前記可撓性導波管50を介してAFE24が出力したデジタル信号をビデオプロセッサ3における画像処理部との間で送受信するための送受信回路26と、撮像素子22の動作を制御する図示しない制御部と、を有する。

【0045】

前記送受信回路26は、いわゆるMMIC(monolithic microwave integrated circuit;モノシリックマイクロ波集積回路)により形成される、ミリ波・サブミリ波通信回路である。

【0046】

また前記ドライバIC23は、本実施形態においては、前記アナログフロントエンドAFE24、タイミングジェネレータTG25、送受信回路26等の各回路が全てシリコンCMOSプロセスにより作成され、十分に小型化されている。

【0047】

また、撮像素子22とドライバIC23とは、セラミック基板28を介して接続され、また、当該セラミック基板28(図3等参照)にはコンデンサ29等の複数の受動部品が搭載されている。

【0048】

一方、ビデオプロセッサ3は、内視鏡2における前記撮像ユニット20から出力される画像信号に対して所定の画像処理を施す前記画像処理部としての画像信号処理回路31と、内視鏡2における撮像素子22等に対して供給するための電源を生成する電源供給回路32と、前記可撓性導波管50を介して内視鏡2における撮像ユニット20と所定の信号の送受信を行うための送受信回路33と、送受信回路33に接続された送受信アンテナ34と、を備える。

【0049】

なお、前記画像信号処理回路31は、撮像素子22およびドライバIC23を制御するための制御信号(例えば、クロック信号、同期信号等)を生成し、前記撮像素子22およびドライバIC23に向けて送出する。

【0050】

なお、ビデオプロセッサ3における前記送受信回路33も、前記送受信回路26と同様に、いわゆるMMIC(monolithic microwave integrated circuit;モノシリックマイクロ波集積回路)により形成される。

【0051】

また、図2に示すように、内視鏡2における前記挿入部6、操作部7およびユニバーサルコード8内には、上述したように信号伝送路としての前記可撓性導波管50が内設されるが、これらユニバーサルコード8等の内部には前記可撓性導波管50と並行して、各種信号線が配設される。

【0052】

すなわち、ユニバーサルコード8内には、図2に示すように、ビデオプロセッサ3における画像信号処理回路31から供給される各種制御信号を伝送する制御信号線41、電源供給回路32から供給される電源を伝送する電源線42およびグランド線(GND線)43が、それぞれ配設される。

【0053】

そして、内視鏡2における撮像素子22およびドライバIC23における前記各回路には、前記制御信号線41を介して所定の制御信号(例えば、クロック信号、同期信号等)が供給されるようになっている。

【0054】

同様に、内視鏡2における前記撮像素子22およびドライバIC23における前記各回路には、前記電源線42およびグランド線(GND線)43を介して、ビデオプロセッサ3の電源供給回路32から電源が供給されるようになっている。

【0055】

10

20

30

40

50

<可撓性導波管および送受信回路並びに撮像ユニットについて>

次に、本実施形態にかかる内視鏡システムにおける導波路（可撓性導波管）および送受信回路、並びにこれらの周辺回路（撮像ユニット等）について説明する。

【0056】

本発明は、誘電率の高さ、誘電正接の小ささ、適切な可撓性の3条件を適切に満たす誘電体混合材料を含みミリ波領域（サブミリ波を含む）で用いる可撓性導波管、当該可撓性導波管を有する画像伝送装置、当該可撓性導波管を有する内視鏡、および、内視鏡システムを提供する。

【0057】

また、本発明は、当該内視鏡における撮像部とビデオプロセッサにおける画像処理部とを結ぶ信号伝送方式として従来用いられてきた、リードワイヤによる信号伝送方式および光ファイバによる信号伝送方式に代わり、ミリ波またはサブミリ波（おおよそ30～600GHzの周波数を有する電波）を通す導波路（可撓性導波管）による信号伝送方式を新たに提案するものでもある。

【0058】

なお、本実施形態においてミリ波、サブミリ波は、ミリからサブミリオーダ（0.5～10mm程度）の波長をもつ電波を指すものとする。

【0059】

図2に示すように、撮像ユニット20は、挿入部6の最先端に配設された先端硬性部10において、被検体像を入光する撮像光学系21の後方に配設される。また、撮像ユニット20は、上述したように、被検体像を撮像して光電変換により所定の画像信号を出力する撮像素子22等を含むとともに、当該撮像ユニット20からは挿入部基端側に向けて導波路（可撓性導波管）50が延設されるようになっている。

【0060】

また撮像ユニット20は、上述したように、撮像光学系21が集光した光を受光して電気信号に光電変換する前記撮像素子22と、撮像素子22の近傍基端側に配設され、当該撮像素子22を駆動すると共に撮像素子22から出力された撮像信号に所定の処理を施すドライバIC23と、ドライバIC23の基端側に設けられ、可撓性導波管50を介して信号の送受信をするための送受信アンテナ27と、を有する。

【0061】

ドライバIC23は、上述したように、アナログフロントエンド（AFE）24、タイミングジェネレータ（TG）25、送受信回路26および図示しない制御部等を有するが、撮像素子22とはセラミック基板28を介して接続されるようになっている。

【0062】

<可撓性導波管の構成>

図3は、第1の実施の形態の可撓性導波管および撮像ユニットの構造を示した要部拡大斜視図であり、図4は、第1の実施の形態の可撓性導波管および撮像ユニットの構造を一部断面にて示した要部拡大斜視図である。また、図5は、第1の実施の形態の可撓性導波管に係る構成を示した要部拡大斜視図であり、図6は、第1の実施の形態の可撓性導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

【0063】

前記ドライバIC23の基端側には、図3、図4に示すように、前記ドライバIC23のパッケージに一体化された前記送受信アンテナ27を挟んで、ミリ波またはサブミリ波を通す前記可撓性導波管50の先端部が接続されている。

【0064】

この可撓性導波路50（以下、導波管50とも記す）は、可撓性を有し、先端硬性部10に配設された前記ドライバIC23にその先端側が接続された後、挿入部6の基端側に向けて延出されるようになっている。

【0065】

より詳しくは、可撓性導波管50は、挿入部6においてドライバIC23よりさらなる

10

20

30

40

50

基端側、すなわち、先端硬性部 10 における前記ドライバ IC 23 の配設箇所より基端側部をはじめ、より基端側の前記湾曲部 9 および可撓管部を含めた挿入部 6 の内部を挿通した後、操作部 7 内部およびユニバーサルコード 8 の内部を挿通し、ビデオプロセッサ 3 に至る位置に配設されるようになっている。

【0066】

なお、前記可撓性導波管 50 の基端側は、ユニバーサルコード 8 の一端に設けたコネクタにおける変換を経てビデオプロセッサ 3 に接続されるものであってもよい。

【0067】

前記可撓性導波管 50 は、撮像ユニット 20 とビデオプロセッサ 3 における前記画像処理部（画像処理回路 31）とを結ぶ信号伝送路であって、少なくとも一部がミリ波またはサブミリ波を伝搬する導波路である。

10

【0068】

<可撓性導波管における内部誘電体および外部導体>

また、本実施形態において前記可撓性導波管 50 は、長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の内部の誘電体を有する。

【0069】

前記内部誘電体は、本実施形態においては図 5、図 6 に示すように、長手方向に垂直な断面において相対的に内側に位置する第 1 の誘電体 51 と、長手方向に垂直な断面において前記第 1 の誘電体 51 より外側に位置し（かつ、本実施形態においては、第 1 の誘電体 51 の外周部の全周を覆うように配置され）、前記第 1 の誘電体 51 よりも低い誘電率を備える第 2 の誘電体 52 と、を有する。

20

【0070】

また、本実施形態は、前記誘電体（第 1 の誘電体 51 および第 2 の誘電体 52）の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する筒状により形成された金属層である外部導体 53 を有する。

【0071】

また、前記第 1 の誘電体 51 は、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有し、前記第 2 の誘電体 52 は、前記第 1 の誘電体 51 と前記金属層である外部導体 53 との間に挟まれる領域に配設されることを特徴とするものである。

【0072】

因みに、本実施形態において、「誘電率が均一」とは、導波管内部を伝搬する電波（ミリ波またはサブミリ波）の波長オーダーの寸法でみたときに均一であることを意味するものである。すなわち、波長オーダーよりも 1～2 桁以上寸法の異なる構造による誘電率分布は、導波管内部を伝搬する電波には影響を与えないため、本実施形態においては、これを含めて誘電率が均一と表現している。

30

【0073】

なお、後述するように本実施形態においては母材である樹脂材料（例えば PTFE 等の無極性樹脂）と結晶材料（例えば アルミナ等の誘電損失の小さい結晶材料を粉末化したもの）とを混合した誘電体混合材料の利用を想定するが、この場合には混合される誘電体材料は前記波長よりも遥かに小さい。これにより、樹脂材料と結晶材料の誘電率の違い、または、微細な構造は導波管内部の電波に影響を与えず、平均した誘電率のみが伝送特性に影響する。

40

【0074】

図 5 および図 6 に戻って、本実施形態において第 1 の誘電体 51 および第 2 の誘電体 52 の比誘電率は、それぞれ、

第 1 の誘電体 51 については、比誘電率 $r_1 = 4.5$

第 2 の誘電体 52 については、比誘電率 $r_2 = 1.4$

に設定される。このように、本実施形態において第 1 の誘電体 51 の比誘電率 r_1 は 3 以上に設定され、第 2 の誘電体 52 の比誘電率 r_2 は、2 以下に設定される。

【0075】

50

また、第1の誘電体51および第2の誘電体52における長手方向に垂直な断面形状は、それぞれ以下のとおりである。

【0076】

まず、第1の誘電体51は長辺と短辺とを有する矩形形状を呈し、それぞれ、長径 $a_1 = 1.77\text{ mm}$ 、短径 $b_1 = 0.89\text{ mm}$ に設定される。

【0077】

また、第2の誘電体52は、前記第1の誘電体51の外周部を覆う筒状であって、その内側に第1の誘電体51の中心を配し、

その内周部は、長径 $a_1 = 1.77\text{ mm}$ 、短径 $b_1 = 0.89\text{ mm}$

その外周部は、長径 $a_2 = 2.13\text{ mm}$ 、短径 $b_2 = 1.24\text{ mm}$

に設定される。

10

【0078】

さらに、外部導体53は、第2の誘電体52の外周部に密着して覆うように配設され、その内周面は平坦であり、導電率は純銅相当の $59 \times 10^6\text{ S/m}$ に設定される。また、本実施形態において外部導体53は、一定の可撓性を得るために十分に薄い金属層により構成されるようになっている。

【0079】

なお、図5および図6においては、外部導体53は所定の厚みを持って表現されているが、上述したように、図面は模式的なものであり、各部材の厚みと幅との関係、各部材の比率等は現実とは異なり、すなわち、当該外部導体53は、実際には上述したように十分に薄い金属層により構成されることを附言する。

20

【0080】

<第1の誘電体51および第2の誘電体52の特徴>

次に、本実施形態の可撓性導波管51の内部に配設される、内部誘電体を構成する第1の誘電体51および第2の誘電体52の特徴(効果)について説明する。

【0081】

本実施形態の可撓性導波管50において前記第1の誘電体51は、上述したように、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有する。すなわち、長手方向に安定して長径と短径との比率が一定した断面形状が延出されることとなり、当該誘電体内部を伝送する電波の伝送モードが安定する。

30

【0082】

なお、当該第1の誘電体51における長径と短径との関係に加えて第2の誘電体52における長径と短径との関係、さらには、比誘電率とこれら長径および短径との関係について特徴を有するが、係る点については後に詳述する。

【0083】

さらに可撓性導波管50は、上述したように、第1の誘電体51において長手方向に安定して長径と短径との比率が一定した断面形状が延設されることにより、外部から印加される外力により導波管自体が曲折されたとしても当該曲折に起因する伝送損失の増大が抑えられ、結果として伝送損失量が安定するという効果を奏する。

40

【0084】

一方、上述したように、本実施形態において第2の誘電体52は、第1の誘電体51の外周部の全周を覆うように配設され、かつ、第1の誘電体51と金属層である外部導体53とに挟まれる領域に配設されることを特徴とする。

【0085】

ここで、上述したように、第2の誘電体52は第1の誘電体51よりも低い誘電率を備える、すなわち、第1の誘電体51の誘電率が第2の誘電体52の誘電率よりも高いことから、かつ、第2の誘電体52は、第1の誘電体51の外周部の全周を覆うように配置されることから、可撓性導波管50内を伝送する電磁波のエネルギーを第1の誘電体51に閉じ込めることができる。

50

【0086】

その結果、本実施形態の可撓性導波管50においては、金属層である外部導体53体に起因する伝送損失の発生を抑えることができる（この点については、当該第1の実施形態に加え、第2、第3の実施形態を参照）。

【0087】

<第1の誘電体51の具体的な構成例>

次に、本実施形態において第1の誘電体51の構成について具体的に説明する。

【0088】

まず、本実施形態において第1の誘電体51は、第2の誘電体52よりも高い誘電率を有する誘電性結晶と空気とを少なくとも含んで構成される。

10

【0089】

具体的に第1の誘電体51は、無極性樹脂（母剤）と結晶粉末とに加え気孔（空気）を混合して形成される誘電体混合材料により構成される。より具体的には、第1の誘電体51の内部に気孔および結晶粉末を含みながら無極性樹脂を網目状に結びつけて構成される。

【0090】

一般に結晶材料は無極性樹脂よりも高い誘電率を有する。このため、本実施形態の第1の誘電体51は、上述したように無極性樹脂に結晶粉末を混合することにより、より高い誘電率を安定して得ることができる。

【0091】

さらに、上述したように第1の誘電体51は、内部に気孔および結晶粉末を含みながら無極性樹脂を網目状に結びつけるように構成したので、自らの断面形状を維持しつつ、適切な可撓性を有することができる。

20

【0092】

すなわち、本実施形態における第1の誘電体51は、上述したように断面形状を維持し易く、伝送モードを安定させることができるという効果を奏する。

【0093】

なお、本実施形態において可撓性導波管50の曲折作用に伴って第1の誘電体51が曲げられる場合、同第1の誘電体51は、可撓性を得るに伴い生じる弾力性に因ってその断面形状は滑らかに変化する。

30

【0094】

ここで、この断面形状の変化が、波長程度（正確には波長の1/4）よりも大きい長さにおいて滑らかに発生する場合には、波の反射または散乱は抑えられ、波の伝送に影響を与えない。これは、例えば、特許第5826463号明細書に開示されるような反射防止構造体における考え方と同一である。

【0095】

したがって、可撓性導波管50に係る曲折作用により、第1の誘電体51における断面形状の「変化」が生じたとしても、当該「変化」が上述の如き波長の1/4よりも大きい長さにおいて滑らかに発生する限り、本発明においてはこの「変化」を「断面形状の変化」とは捉えず、「断面形状は同一形状を保っている」、換言すれば、「断面が同一形状」であることを維持していると解釈する。

40

【0096】

<第2の誘電体52の具体的な構成例>

次に、本実施形態において第2の誘電体52の構成について具体的に説明する。

【0097】

まず、本実施形態において第2の誘電体52は、少なくとも無極性の樹脂と、空気を含んで構成される。

【0098】

具体的に第2の誘電体52は、無極性樹脂と気孔（空気）とを有して形成される誘電体混合材料により構成される。すなわち、無極性樹脂に気孔（空気）を含むことで、第2の

50

誘電体として必要な低い誘電率を実現することができる。

【0099】

一般に無極性樹脂は分子を構成する原子同士の結びつきが強い材料であり、これにより、誘電正接 \tan が小さく、導波管の内部に配する誘電体の構成材料として好適である。またこの特質は、機械的には「硬い」材料が多いことも同時に示しており、このままの状態では可撓性を得ることが難しいと考えられる。

【0100】

このような特質を有する材料に有効な可撓性を付与するためには、樹脂の結合を弱める必要があるが、本実施形態の第2の誘電体52においては気孔（空気）の存在が樹脂の結合を弱めることに寄与する。

10

【0101】

すなわち、本実施形態における第2の誘電体52は、無極性樹脂の内部に気孔を含むが故に、当該無極性樹脂が網の目のような構造をとることになり、これにより樹脂の結合が弱まり、断面形状を維持しながらも適切な可撓性を有することができる。

【0102】

<内部誘電体における比誘電率と、長径および短径との関係について>

上述したように、第1の誘電体51は3を超える比誘電率 r_1 を有し、第2の誘電体52は2よりも小さい比誘電率 r_2 を有する。

【0103】

そして本実施形態の内部誘電体、すなわち第1の誘電体51および第2の誘電体52は、当該第1の誘電体51の長径を a_1 、短径を b_1 とし、当該第2の誘電体52の長径を a_2 、短径を b_2 とするとき、

20

前記比誘電率 r_1 、前記比誘電率 r_2 、前記長径 a_1 および前記短径 b_1 、並びに、前記長径 a_2 および前記短径 b_2 の間には、

$$\{a_1 \times (r_1) + (a_2 - a_1) \times (r_2)\} > \{b_1 \times (r_1) + (b_2 - b_1) \times (r_2)\}$$

の関係式が成り立つように設定される。

【0104】

ここで、上記関係式は、可撓性導波管50を伝搬する波から見たときの導波管長径、短径方向の長さの関係を示す。

30

【0105】

また、上式において左辺は、第1の誘電体51の長径方向の「導波管を伝搬する電磁波から見たときの長さ（波長短縮率を考慮したときの長さ）」であり、第1の誘電体51の長径長さに波長短縮率（ r_1 の平方根）を掛けた値と、第2の誘電体52の前記長径方向成分長さに波長短縮率（ r_2 の平方根）を掛けた値の和で表される。

【0106】

同じく上式において右辺は、同短径方向の「導波管を伝搬する電磁波から見たときの長さ」であり、第1の誘電体51の短径長さに波長短縮率（ r_1 の平方根）を掛けた値と、第2の誘電体52の前記長径方向成分長さに波長短縮率（ r_2 の平方根）を掛けた値の和で表される。

40

【0107】

すなわち上式は、可撓性導波管50の導波管内径について、第1の誘電体51の長径方向の波長短縮率を考慮したときの長さは、同短径方向の長さよりも大きい必要があることを示している。

【0108】

本発明者は、導波管の伝送モードが安定し、伝送損失の増大を抑えるためには、第1の誘電体において、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有することに加えて、上記関係を満たすことが必要であることを見出した。

【0109】

<第1の実施形態の可撓性導波管50に係る伝送損失>

50

次に、上述の如き構成される本第 1 の実施形態の可撓性導波管 5 0 の伝送損失について、比較例（第 1 比較例）を設定し当該比較例と比較することで当該実施形態にかかる伝送損失の優良性について説明する。

【 0 1 1 0 】

図 5、図 6 は、上述したように、第 1 の実施の形態の可撓性導波管に係る構成を示した要部拡大斜視図、要部拡大断面図である。また、図 7 は、第 1 の実施の形態に対応する第 1 比較例の導波管の構成を示した要部拡大斜視図であり、図 8 は、第 1 の実施の形態に対応する第 1 比較例の導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

【 0 1 1 1 】

さらに、図 9 は、第 1 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図であり、図 1 0 は、第 1 の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。また、図 1 1 は、第 1 の実施の形態に対応する第 1 比較例の導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図であり、図 1 2 は、第 1 の実施の形態に対応する第 1 比較例の導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【 0 1 1 2 】

本第 1 の実施形態の可撓性導波管 5 0 に係る伝送損失を求めるにあたり、図 9、図 1 0 に示すように、長さ 2 0 mm の方形導波管のシミュレーションモデルを想定した。なお、図 1 0 は、図 9 における一部（符号 5 5 で示す）を拡大して示した図である。

【 0 1 1 3 】

このシミュレーションモデル（以下、第 1 の実施形態に係るシミュレーションモデルを第 1 シミュレーションモデルとする）は、上述したように長さ 2 0 mm の方形導波管であって内部には所定の誘電体を配置するものとする。

【 0 1 1 4 】

ここで当該内部の誘電体は、上述した本第 1 の実施形態に係る内部誘電体と同等の比誘電率および形状をなすものとする。

【 0 1 1 5 】

すなわち、図 5、図 6 に示す第 1 の実施形態の可撓性導波管 5 0 と同様に、当該第 1 シミュレーションモデルにおいて第 1 の誘電体 5 1 は、比誘電率 $r_1 = 4.5$ とし、断面の矩形形状における各辺は、長径 $a_1 = 1.77$ mm、短径 $b_1 = 0.89$ mm の方形断面を有するものとする。

【 0 1 1 6 】

また、第 1 シミュレーションモデルにおいて第 2 の誘電体 5 2 は、比誘電率 $r_2 = 1.4$ とし、外周部の長径 $a_2 = 2.13$ mm、短径 $b_2 = 1.24$ mm とする。さらに、第 2 の誘電体 5 2 の内側は、第 1 の誘電体 5 1 を中心に配した方形断面を有するものとする。

【 0 1 1 7 】

さらに、第 1 シミュレーションモデルにおいて外部導体 5 3 は、第 2 の誘電体 5 2 の外側に密着するように配設されており、その内周面は平坦であり、かつ、その導電率は純銅相当の 5.9×10^6 S/m とした。

【 0 1 1 8 】

一方、図 7、図 8（および図 1 1、図 1 2）に示すように、第 1 比較例に係る可撓性導波管のシミュレーションモデル 5 0 C は、上記同様に、長さ 2 0 mm の方形導波管のシミュレーションモデルを採用し、内部に誘電率分布を持たない均一な誘電体 5 1 C を配するものとした。

【 0 1 1 9 】

そして、当該シミュレーションモデル 5 0 C においてその内部に配した誘電体 5 1 C は、当該第 1 の実施形態における第 1 の誘電体 5 1 と同じ比誘電率に設定し、また、同等の形状を呈するものとする。

10

20

30

40

50

【0120】

さらに、当該シミュレーションモデル50Cにおいて前記誘電体51Cの外側には、当該誘電体51Cの外周面に密着するように外部導体53Cを配設した。この外部導体53Cも第1の実施形態における前記外部導体53と同様に、内周面は平坦であり、かつ、導電率は純銅相当の $5.9 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。

【0121】

なお、ここで用いた誘電体に係る誘電正接 $\tan \delta$ は、すべてゼロに設定した。これにより、当該シミュレーションモデルにおいて発生する伝送損失は内部誘電体に起因するものではなく、外部導体の影響に拠るものであると想定される。また、使用したシミュレータはANSYS社のHFSSであり、解析誤差(%)は0.01とした。

10

【0122】

図13は、第1の実施の形態と第1比較例とにおける伝送損失量のシミュレーション結果を示す図である。

【0123】

図13に示すシミュレーション結果からも示されるように、第1比較例に対して本第1の実施形態の可撓性導波管50は、伝送損失量を低減できていることがわかる。すなわち、第1の実施形態の可撓性導波管50によれば、外部導体53の電気抵抗に起因する伝送損失を低減することができる。

【0124】

なお、今回のシミュレーションでは、第1シミュレーションモデルに係る第1の誘電体および第2の誘電体の比誘電率、並びに、誘電体に係る寸法については、上述の如き仮に設定した。すなわち、第1の実施形態における第1の誘電体51および第2の誘電体52と同等に設定した。

20

【0125】

しかしながら上述したシミュレーションの結果は、当該設定された比誘電率に限らずとも得ることができる。また、当該シミュレーションモデルにおいて、誘電体に係る寸法については、ミリ波帯において透過帯(伝送帯)を得るように設定したが、本実施形態の効果は、ミリ波帯に限らずとも得ることができる。

【0126】

ただし、本実施形態が効果を及ぼす外部導体の悪影響は、ミリ波帯以上の周波数帯域において顕著となるため、ミリ波帯を超える周波数帯(ミリ波帯、サブミリ波帯、またはそれ以上の周波数帯域)において特に高い効果を得ることができる。

30

【0127】

以上説明したように、本第1の実施形態の可撓性導波管によると、ミリ波(サブミリ波を含む)以上の周波数の電波を伝送する導波管において適切な可撓性と優れた伝送特性とを両立する導波管、導波管を有する内視鏡および内視鏡システムを提供することができる。

【0128】

<内部誘電体(第1の誘電体51および第2の誘電体52)の変形例>

次に、第1実施形態における内部誘電体(第1の誘電体51、第2の誘電体52)に係るいくつかの変形例について説明する。

40

【0129】

(第1変形例)

当該第1変形例は、第1の誘電体が結晶を主成分とした糸を編んで構成されることを特徴とする。ここで、この「結晶を主成分とした糸」としては、例えばアルミナ長繊維(製品名ニチピアルフ(株式会社ニチピの登録商標))が採用される。

【0130】

具体的に当該第1変形例では、このアルミナ長繊維を長方形断面となるように編み上げて形成する。すなわち当該第1変形例に係る第1の誘電体51は、糸(誘電性結晶)と糸の隙間(空気)から成ることを特徴とする。

50

【 0 1 3 1 】

ただし、特許第 4 7 2 4 8 4 9 号明細書（上記特許文献 1）に記載する技術に対して上記指摘したように、糸を編んだだけでは断面形状が完全には安定せずに伝送損失の増加を引き起こす虞がある。

【 0 1 3 2 】

このため当該第 1 変形例においては、第 1 の誘電体 5 1 と外部導体 5 3 とに挟まれる領域に、例えば無極性樹脂の押出し成形品から成る第 2 の誘電体 5 2 を配設し、当該第 1 の誘電体 5 1 の断面形状を維持する必要がある。

【 0 1 3 3 】

なお、第 1 変形例において使用された結晶を主成分とした糸は、その断面径が前記波長よりも遥かに小さく、これにより糸の配置に拠る微細な構造は導波管内部の電波に影響を与えない。すなわち、平均した比誘電率のみが伝送特性に影響し、第 1 の誘電体 5 1 として比誘電率が均一な状態を実現している。

【 0 1 3 4 】

また、第 1 変形例において第 1 の誘電体 5 1 を構成する糸は、厳密にはその断面形状が変化しうるといえるが、前述したようにその断面形状の変化が波長の 1 / 4 よりも長い距離において滑らかに生じるならば、波の反射や散乱は抑えられ、波の伝送に影響を与えない。すなわち、本第 1 変形例における第 1 の誘電体 5 1 で発生しうる断面形状の変化は、その変化が波長の 1 / 4 よりも長い距離において滑らかに生じることを条件に、長手方向に断面形状が同一と考える（以下、他の変形例においても同様に適用できる）。

【 0 1 3 5 】

（第 2 変形例）

当該第 2 変形例は、第 1 の誘電体が結晶粉末のみから構成されることを特徴とする。なお、当該第 2 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 は、上述した第 1 変形例と同様に、当該第 1 の誘電体 5 1 の断面形状を維持することができるように、例えば無極性樹脂の押出し成形品から成る第 2 の誘電体 5 2 を第 1 の誘電体 5 1 と外部導体 5 3 とに挟まれる領域に配設することを前提とするものである。

【 0 1 3 6 】

具体的に第 2 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 を覆う第 2 の誘電体 5 2 は、長手方向に垂直な方向の断面において、その内周面が一定の比率を有する長径と短径とにより構成されるチューブ状を呈する。そして、当該第 2 変形例に係る第 2 の誘電体 5 2 は、結晶粉末のみから成る誘電体により構成される第 2 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 の外周を覆うように配設される。

【 0 1 3 7 】

換言すると、第 2 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 は、その内周面が一定の比率を有する長径と短径とにより構成される断面形状を有するチューブ状の第 2 の誘電体 5 2 の内部に、結晶粉末を密に配設することで形成されるようになっている。

【 0 1 3 8 】

（第 3 変形例）

当該第 3 変形例は、第 2 の誘電体が無極性樹脂から成る糸を編んで形成されることを特徴とする。ここで「無極性樹脂から成る糸」としては、たとえば純フッ素樹脂系（製品名ハステックス（株式会社ハステックスの登録商標）が採用される。

【 0 1 3 9 】

当該第 3 変形例においては、この無極性樹脂から成る糸を第 1 の誘電体 5 1 の周囲に編みあげて形成する。すなわち第 4 変形例に係る第 2 の誘電体は、無極性樹脂から成る糸とその隙間にある空気により構成されることとなる。

【 0 1 4 0 】

なお、当該第 3 変形例は、無極性樹脂から成る糸である第 2 の誘電体が編み上げられる第 1 の誘電体として、上述した第 1 の実施形態に係る第 1 の誘電体 5 1 と同様に断面形状を維持することができる誘電体を配することを前提とする。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 1 】

上述したように、本第 1 の実施形態の第 1 の誘電体 5 1 は、内部に気孔および結晶粉末を含みながら無極性樹脂を網目状に結びつけるように構成したので、高い誘電率を得やすいことに加え、自らの断面形状を維持しつつ、適切な可撓性を有することができる。

【 0 1 4 2 】

これに対して、まず、第 1 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 は、第 2 の誘電体 5 2 により当該第 1 の誘電体 5 1 の形状を維持することができ、製造性と可撓性に優れた芯材を得ることができる。

【 0 1 4 3 】

また、第 2 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 は、第 1 実施形態および第 1 変形例に係る第 1 の誘電体 5 1 に比べると可撓性および取り扱い性が劣るが、構成として単純であり、低コスト化を実現することができる。

【 0 1 4 4 】

また、第 3 変形例に係る内部誘電体は、第 1 の誘電体において断面形状を維持することを前提とするものの、第 1 の実施形態に比してより製造性に優れている。

【 0 1 4 5 】

また本第 1 の実施形態によれば、有線のミリ波（サブミリ波を含む）通信経路（導波路）を通じた高い信頼性での信号伝送が可能であり、画像情報の伝送速度としても、フルハイビジョンを大きく超える高精細画像を実用的なフレームレートによって送信可能である。

【 0 1 4 6 】

ここで本実施形態における可撓性導波管 5 0 の太さはミリオーダーであり、また、送受信アンテナ 2 7 および送受信アンテナ 3 4 が可撓性導波管 5 0 の寸法範囲にあれば効率の良い通信が可能であるため、導波路とアンテナの接続は容易に行なうことができる。

【 0 1 4 7 】

また、撮像素子 2 2 からの画像情報を処理し、信号伝送を行なうドライバ IC 2 3 は、上述したようにアナログフロントエンド部、タイミングジェネレータ部、送受信回路が全てシリコン CMOS プロセスにより作成され、十分に小型化されている。

【 0 1 4 8 】

この中でも、送受信回路 2 6 および送受信回路 3 3 がモノシリックマイクロ波集積回路（MMIC）により構成されることから回路の小型化に寄与している。

【 0 1 4 9 】

このようにドライバ IC 2 3 の小型化を実現した結果、フルハイビジョン画像信号の高い信頼性での伝送と、先端部の小型化を両立することを可能としている。

【 0 1 5 0 】

さらに、導波管の利用により、撮像ユニット側アンテナから発せられた電波は、導波管内に閉じ込められる形で伝播するため、拡散などによるロスが最小に抑えられる。すなわち、送信に必要な電力量の最小化をも果たすことができている。

【 0 1 5 1 】

なお、本実施形態の内視鏡システムは、上部消化管のビデオ内視鏡システムであることを前提としたが、撮像ユニットが先端部に配された挿入部と、前記撮像ユニットにおいて生成された画像信号を処理する画像処理部と、前記撮像ユニットと前記画像処理部とを結ぶ信号伝送路を有するビデオ内視鏡システムであれば、内視鏡の種類に拠らず上記同様の効果を得ることができる。

【 0 1 5 2 】

すなわち、下部消化管（大腸）用内視鏡など各種の消化管用内視鏡はもちろんのこと、内視鏡外科手術において用いられる各種外科用内視鏡、パイプ、機械、各種構造物の内部を観察するための各種工業用内視鏡などにおいて、それぞれ同様の効果を得ることができる。

【 0 1 5 3 】

10

20

30

40

50

また本実施形態においては、上述したように、撮像ユニット20の構成として、撮像素子22、ドライバIC23、送受信アンテナ27およびコンデンサを含み、前記ドライバIC23はアナログフロントエンド(AFE)部24、タイミングジェネレータ(TG)部25および送受信回路26を備えるものとしたが、この構成はこれに限らずとも、同様の効果を得ることができる。

【0154】

たとえば、ドライバIC23内にあるアナログフロントエンド(AFE)部24、タイミングジェネレータ(TG)25部は、撮像素子22内に含めることも可能であり、この場合も同様の効果を得ることができる。

【0155】

また内視鏡2側における送受信回路26およびビデオプロセッサ3側における送受信回路33は、いずれもモノシリックマイクロは集積回路(MMIC)として、上述したように回路の小型化において最適な構成としたが、これに拠らずとも、フルハイビジョン画像信号の高い信頼性での伝送は可能であり、同様の効果を得ることはできる。

【0156】

<第2の実施形態および第3の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態および第3の実施形態について説明する。

【0157】

本第2の実施形態および第3の実施形態に係る内視鏡システムは、その構成は基本的には第1の実施形態と同様であるので、ここでは第1の実施形態との差異のみの説明にとどめ、その他の詳細の説明は省略する。

【0158】

すなわち、本第2の実施形態および第3の実施形態に係る内視鏡システム1は、第1の実施形態に対して、可撓性導波管における内部誘電体(第1の誘電体51および第2の誘電体52)については同様であるが、可撓性導波管における外部導体の構成を異にするものであって、その構成は基本的には第1の実施形態と同様である。

【0159】

また、第2の実施形態および第3の実施形態に係る可撓性導波管は、いずれも、現実的には図24または図25等に示す、可撓性に配慮した形状を呈する外部導体を配した可撓性導波管を想定したものである。

【0160】

そして、これら第2の実施形態および第3の実施形態に係る可撓性導波管については、当該現実的な可撓性導波管に係る伝送損失等の電磁気的な物性、または、可撓性等の機械的な物性をよりの確に把握するために、ミリ波(サブミリ波を含む)の電波を伝搬することを考慮した上で、当該現実的な可撓性導波管における材質、形状等について近似したモデルを設定し、当該第2の実施形態および第3の実施形態に係る可撓性導波管とした。

【0161】

以下、第2の実施形態および第3の実施形態に係る可撓性導波管について説明するが、その材質、形状および伝送損失等の特性は、想定した現実の可撓性導波管に準じたものであると附言する。

【0162】

図14は、本発明の第2の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図であり、図15は、第2の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。また、図16は、本発明の第3の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図であり、図17は、第3の実施の形態の可撓性導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

【0163】

本第2の実施形態および第3の実施形態においても、第1の実施形態と同様に、前記ドライバIC23の基端側には、ドライバIC23のパッケージに一体化された前記送受信

10

20

30

40

50

アンテナ 27 を挟んで、ミリ波またはサブミリ波を通す当該第 2 の実施形態に係る可撓性導波管 150 (第 3 の実施形態においては可撓性導波管 250) の先端部が接続されている。

【0164】

この可撓性導波路 150 (および可撓性導波管 250) は、第 1 の実施形態と同様に可撓性を有し、先端硬性部 10 に配設された前記ドライバ IC 23 にその先端側が接続された後、挿入部 6 の基端側に向けて延出されるようになっている。

【0165】

さらに可撓性導波管 150 (および可撓性導波管 250) は、第 1 の実施形態と同様に、挿入部 6 においてドライバ IC 23 よりさらなる基端側、すなわち、先端硬性部 10 における前記ドライバ IC 23 の配設箇所より基端側部をはじめ、より基端側の前記湾曲部 9 および可撓管部を含めた挿入部 6 の内部を挿通した後、操作部 7 内部およびユニバーサルコード 8 の内部を挿通し、ビデオプロセッサ 3 に至る位置に配設されるようになっている。

10

【0166】

また、第 2 の実施形態に係る可撓性導波管 150 も (第 3 の実施形態に係る可撓性導波管 250 も)、第 1 の実施形態と同様に、撮像ユニット 20 とビデオプロセッサ 3 における前記画像処理部 (画像処理回路 31) とを結ぶ信号伝送路であって、少なくとも一部がミリ波またはサブミリ波を伝搬する導波路である。

【0167】

< 可撓性導波管における内部誘電体および外部導体 >

本第 2 の実施形態および第 3 の実施形態においても、可撓性導波管 150 (および可撓性導波管 250) は、長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の内部の誘電体を有する。

20

【0168】

< 第 2 の実施形態における内部誘電体および外部導体の概略構成 >

図 14、図 15 に示すように、本第 2 の実施形態の可撓性導波管 150 は、第 1 の実施形態と同様の内部誘電体、すなわち、長手方向に垂直な断面において相対的に内側に位置する第 1 の誘電体 51 と、長手方向に垂直な断面において前記第 1 の誘電体 51 より外側に位置し (かつ、本第 2 の実施形態においても第 1 の誘電体 51 の外周部の全周を覆うように配置され)、前記第 1 の誘電体 51 よりも低い誘電率を備える第 2 の誘電体 52 と、を有する。

30

【0169】

なお、図 15 は、図 14 に示す可撓性導波管 150 における長手方向の縦断面において符号 155 にて示す位置を拡大して示した要部拡大断面図であり、後述する凹凸形状部 154 に係る寸法を示す図である。

【0170】

第 2 の実施形態において前記第 1 の誘電体 51 は、第 1 の実施形態と同様に、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有し、前記第 2 の誘電体 52 は、前記第 1 の誘電体 51 と後述する外部導体 153 との間に挟まれる領域に配設される。

40

【0171】

このように、本第 2 の実施形態の可撓性導波管 150 は、前記内部誘電体 (第 1 の誘電体 51 および第 2 の誘電体 52) の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する略筒状 (後述するように凹凸形状部 154 を形成する) により形成された金属層である外部導体 153 を有する。

【0172】

< 第 3 の実施形態における内部誘電体および外部導体の概略構成 >

一方、図 16、図 17 に示すように、本第 3 の実施形態の可撓性導波管 250 も上記同様に、第 1 の実施形態と同様の内部誘電体、すなわち、長手方向に垂直な断面において相対的に内側に位置する第 1 の誘電体 51 と、長手方向に垂直な断面において前記第 1 の誘

50

電体 5 1 より外側に位置し（かつ、本第 3 の実施形態においても第 1 の誘電体 5 1 の外周部の全周を覆うように配置され）、前記第 1 の誘電体 5 1 よりも低い誘電率を備える第 2 の誘電体 5 2 と、を有する。

【0173】

さらに図 1 7 は、図 1 6 に示す可撓性導波管 2 5 0 における長手方向の縦断面において符号 2 5 5 にて示す位置を拡大して示した要部拡大断面図であり、後述する凹凸形状部 2 5 4 に係る寸法を示す図である。

【0174】

第 3 の実施形態において前記第 1 の誘電体 5 1 は、第 1 の実施形態と同様に、長径と短径との比率が長手方向において一定となる断面形状を有し、前記第 2 の誘電体 5 2 は、前記第 1 の誘電体 5 1 と後述する外部導体 2 5 3 との間に挟まれる領域に配設される。

10

【0175】

このように、本第 3 の実施形態の可撓性導波管 2 5 0 は、上記同様に、前記内部誘電体（第 1 の誘電体 5 1 および第 2 の誘電体 5 2 ）の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する略筒状により形成された金属層である外部導体 2 5 3 を有する。

【0176】

なお、本第 2 の実施形態および第 3 の実施形態においても、「誘電率が均一」とは、導波管内部を伝搬する電波（ミリ波またはサブミリ波）の波長オーダーの寸法で見たときに均一であることを意味するものである。

【0177】

すなわち、波長オーダーよりも 1 ~ 2 桁以上寸法の異なる構造による誘電率分布は、導波管内部を伝搬する電波には影響を与えないため、本第 2 の実施形態および第 3 の実施形態においても、これを含めて誘電率が均一と表現している。

20

【0178】

< 第 2 の実施形態および第 3 の実施形態における内部誘電体の比誘電率および形状 >

本第 2 の実施形態および第 3 の実施形態においても、第 1 の誘電体 5 1 および第 2 の誘電体 5 2 の比誘電率は、第 1 の実施形態と同様に、それぞれ、

第 1 の誘電体 5 1 については、比誘電率 $r_1 = 4.5$

第 2 の誘電体 5 2 については、比誘電率 $r_2 = 1.4$

に設定される。

30

【0179】

また、上記第 1 の実施形態と同様に、本第 2 の実施形態および第 3 の実施形態においても、第 1 の誘電体 5 1 は長辺と短辺とを有する矩形形状を呈し、それぞれ、

長径 $a_1 = 1.77 \text{ mm}$ 、短径 $b_1 = 0.89 \text{ mm}$

に設定され、第 2 の誘電体 5 2 は、前記第 1 の誘電体 5 1 の外周部を覆う筒状であって、その内側に第 1 の誘電体 5 1 の中心を配し、

その内周部は、長径 $a_1 = 1.77 \text{ mm}$ 、短径 $b_1 = 0.89 \text{ mm}$

その外周部は、長径 $a_2 = 2.13 \text{ mm}$ 、短径 $b_2 = 1.24 \text{ mm}$

に設定される（図 6 参照）。

【0180】

< 第 2 の実施形態および第 3 の実施形態における外部導体の形状 >

一方で、本第 2 の実施形態における外部導体 1 5 3 は、上述したように、第 2 の誘電体 5 2 の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する略筒状により形成されるが、当該第 2 の誘電体 5 2 の外周部に対向する面である内周面には、長手方向に周期的な構造、例えば、周期的な凹凸形状を呈する凹凸形状部 1 5 4 が形成されるようになっている。

40

【0181】

より具体的に第 2 の実施形態の係る外部導体 1 5 3 における当該凹凸形状部 1 5 4 は、内周面において周方向の少なくとも一部に（本実施形態においては周方向の全周に亘って）形成された「溝」である。

【0182】

50

また、第3の実施形態における外部導体253においても、上述したように、第2の誘電体52の外周を覆う位置に配設され、可撓性を有する略筒状により形成されるが、当該第2の誘電体52の外周部に対向する面である内周面には、長手方向に周期的な構造、例えば、周期的な凹凸形状を呈する凹凸形状部254が形成されるようになっている。

【0183】

またより具体的に、第3の実施形態においても外部導体253における当該凹凸形状部254は、内周面において周方向の少なくとも一部に（本実施形態においては周方向の全周に亘って）形成された「溝」である。

【0184】

一方、本第2の実施形態および第3の実施形態において前記第2の誘電体52の外周部における、前記外部導体153（または外部導体253）の内周面と対向する面は、平坦面に形成される。

10

【0185】

これにより、第2の実施形態における前記凹凸形状部154における前記「溝」により、当該外部導体153における内周面と前記第2の誘電体における前記外周面との間には隙間が形成されることとなる。

【0186】

同様に、第3の実施形態における前記凹凸形状部254における前記「溝」についても、当該外部導体253における内周面と前記第2の誘電体における前記外周面との間には隙間が形成されることとなる。

20

【0187】

なお、第2の実施形態および第3の実施形態においては、長手方向に「周期的な構造」として、周期的な凹凸形状を呈する凹凸形状部154（凹凸形状部254）を想定し、さらに凹凸形状部として具体的には「周方向に形成された溝」を想定した。

【0188】

しかしながら、本発明において「周期的な構造」はこれに限らず、広く「可撓性を考慮した外導体形成方法」によって生じる「周期的な構造」を含むものとする。

【0189】

また、第2の実施形態および第3の実施形態において当該外部導体153における外周面、すなわち、上述した第2の誘電体52における前記外周面に対向しない外周部の面については、例えば図14および図15においては略平坦な面を形成するものとして表現している。しかしながら、前記外部導体53の外周面の構成はこれに限らず、十分な可撓性を得るために必要な構造を有するものであれば、他の構成を形成するものであってもよい（なお、後述する各比較例についても同様である）。

30

【0190】

<第2の実施形態における凹凸形状部154の各寸法>

ここで、第2の実施形態における凹凸形状部154、すなわち、前記「溝」の寸法について説明する。

【0191】

図15に示すように、第2の実施形態における前記凹凸形状部154について、長手方向に垂直な方向、すなわち、溝（凹部）の深さ方向の寸法Dは、 $D = 0.1 \text{ mm}$ となっている。

40

【0192】

また、第2の実施形態における前記凹凸形状部154について、当該「溝（凹部）」の長手方向の寸法Bは、 $B = 0.33 \text{ mm}$ であり、かつ、「溝」と「溝」との間隔Aは、 $A = 0.33 \text{ mm}$ に設定されるようになっている。

【0193】

すなわち、第2の実施形態における外部導体153は、その内周面の全周に亘って、 0.33 mm の間隔で、 0.33 mm の溝（凹部）が周期的に形成されることとなる。

【0194】

50

換言すれば、上述したように、外部導体 1 5 3 の内周面に対向する第 2 の誘電体 5 2 の外周面は平坦面に形成されることから、外部導体 1 5 3 の内周面と第 2 の誘電体 5 2 の外周面との間には、長手方向に 0 . 3 3 mm の間隔で、0 . 3 3 mm の「隙間」が周期的に形成されるともいえる。

【 0 1 9 5 】

< 第 3 の実施形態における凹凸形状部 2 5 4 の各寸法 >

一方で、第 3 の実施形態における凹凸形状部 2 5 4、すなわち、前記第 3 実施形態に係る「溝」の寸法について説明する。

【 0 1 9 6 】

図 1 7 に示すように、第 3 の実施形態における前記凹凸形状部 2 5 4 についても、長手方向に垂直な方向、すなわち、溝（凹部）の深さ方向の寸法 D は、 $D = 0 . 1 \text{ mm}$ となっている。

10

【 0 1 9 7 】

一方で、第 3 の実施形態における前記凹凸形状部 2 5 4 において当該「溝（凹部）」の長手方向の寸法 B は、 $B = 0 . 4 9 \text{ mm}$ であり、かつ、「溝」と「溝」との間隔 A は、 $A = 0 . 4 9 \text{ mm}$ に設定されるようになっている。

【 0 1 9 8 】

すなわち、第 3 の実施形態における外部導体 2 5 3 は、その内周面の全周に亘って、0 . 4 9 mm の間隔で、0 . 4 9 mm の溝（凹部）が周期的に形成されることとなる。

【 0 1 9 9 】

換言すれば、上述したように、外部導体 2 5 3 の内周面に対向する第 2 の誘電体 5 2 の外周面は平坦面に形成されることから、外部導体 2 5 3 の内周面と第 2 の誘電体 5 2 の外周面との間には、長手方向に 0 . 4 9 mm の間隔で、0 . 4 9 mm の「隙間」が周期的に形成されるともいえる。

20

【 0 2 0 0 】

なお、第 2 の実施形態における前記外部導体 1 5 3（および第 3 の実施形態における前記外部導体 2 5 3）の導電率は、いずれも、第 1 の実施形態における外部導体 5 3 と同様に、純銅相当の $5 9 \times 1 0^6 \text{ S / m}$ に設定される。

【 0 2 0 1 】

< 第 2 および第 3 の実施形態の可撓性導波管に係る伝送損失 >

次に、上述の如き構成される第 2 の実施形態の可撓性導波管 1 5 0 および第 3 の実施形態の可撓性導波管 2 5 0 の伝送損失について、比較例（第 2 比較例、第 3 比較例）を設定し、当該第 2 比較例、第 3 比較例に加え上述した第 1 の実施形態および第 1 比較例と比較することで当該第 2 の実施形態および第 3 の実施形態にかかる伝送損失の優良性について説明する。

30

【 0 2 0 2 】

図 1 8 は、第 2 の実施の形態に対応する第 2 比較例の導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図であり、図 1 9 は、第 2 の実施の形態に対応する第 2 比較例の導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。また、図 2 0 は、第 3 の実施の形態に対応する第 3 比較例の導波管における長手方向の縦断面を示した要部断面図であり、図 2 1 は、第 3 の実施の形態に対応する第 3 比較例の導波管における長手方向の縦断面の位置を拡大して示した要部拡大断面図である。

40

【 0 2 0 3 】

本第 2 の実施形態の可撓性導波管 1 5 0 および第 3 の実施形態の可撓性導波管 2 5 0 に係る伝送損失を求めるにあたり、図 1 4 または図 1 6 に示すように、いずれも長さ 2 0 mm の方形導波管のシミュレーションモデルを想定した。

【 0 2 0 4 】

これらシミュレーションモデル（以下、第 2 の実施形態に係るシミュレーションモデルを第 2 シミュレーションモデル、第 3 の実施形態に係るシミュレーションモデルを第 3 シミュレーションモデルとする）は、いずれも、上述したように長さ 2 0 mm の方形導波管

50

である。

【0205】

すなわち、当該第2、第3シミュレーションモデルの可撓性導波管150、可撓性導波管250において第1の誘電体51は、上述したように、比誘電率 $\epsilon_{r1} = 4.5$ とし、断面の矩形形状における各辺は、長径 $a_1 = 1.77$ mm、短径 $b_1 = 0.89$ mmの方形断面を有するものとする。

【0206】

また、第2、第3シミュレーションモデルにおいて第2の誘電体52は、上述したように、比誘電率 $\epsilon_{r2} = 1.4$ とし、外周部の長径 $a_2 = 2.13$ mm、短径 $b_2 = 1.24$ mmとする。さらに、第2の誘電体52の内側は、第1の誘電体51を中心に配した方形断面を有するものとする。

10

【0207】

ここで、第2、第3シミュレーションモデルにおいて外部導体153、外部導体253は、上述したようにそれぞれ、凹凸形状部154、凹凸形状部254が形成された状態で、第2の誘電体52の外周面に配設されており、かつ、その導電率は純銅相当の 5.9×10^6 S/mとした。

【0208】

また、凹凸形状部154によって形成される外部導体153と第2の誘電体52との間の隙間、および、凹凸形状部254によって形成される外部導体253と第2の誘電体52との間の隙間には、いずれも空気（比誘電率 $\epsilon_{Air} = 1.0$ 、誘電正接 $\tan \delta_{Air} = 0.0$ ）を配するものとした。

20

【0209】

一方、図18、図19に示すように、第2比較例に係る可撓性導波管のシミュレーションモデル150Cは、上記同様に、長さ20mmの方形導波管のシミュレーションモデルを採用し、内部に誘電率分布を持たない均一な誘電体51Cを配するものとした。

【0210】

当該シミュレーションモデル150Cにおいてその内部に配した誘電体51Cは、当該第2の実施形態における第1の誘電体51と同じ比誘電率に設定し、また、同等の形状を呈するものとする。

【0211】

さらに、当該シミュレーションモデル150Cにおいて前記誘電体51Cの外側には、当該誘電体51Cの外周面を覆うように外部導体153Cを配設した。この外部導体153Cは第2の実施形態における前記外部導体153と同様に、内周面に長手方向に周期的な凹凸形状部154Cを形成し、かつ、導電率は純銅相当の 5.9×10^6 S/mとした。

30

【0212】

ここで当該シミュレーションモデル150Cにおける凹凸形状部154Cに係る「溝」の寸法は、上記第2の実施形態における凹凸形状部154同様、溝（凹部）の深さ方向の寸法Dが $D = 0.1$ mm、「溝（凹部）」の長手方向の寸法Bが $B = 0.33$ mm、「溝」と「溝」との間隔Aが $A = 0.33$ mmにそれぞれ設定されるようになっている。

【0213】

一方、図20、図21に示すように、第3比較例に係る可撓性導波管のシミュレーションモデル250Cは、上記同様に、長さ20mmの方形導波管のシミュレーションモデルを採用し、内部に誘電率分布を持たない均一な誘電体51Cを配するものとした。

40

【0214】

当該シミュレーションモデル250Cにおいてその内部に配した誘電体51Cは、当該第3の実施形態における第1の誘電体51と同じ比誘電率に設定し、また、同等の形状を呈するものとする。

【0215】

さらに、当該シミュレーションモデル250Cにおいて前記誘電体51Cの外側には、当該誘電体51Cの外周面を覆うように外部導体253Cを配設した。この外部導体25

50

3 Cは第3の実施形態における前記外部導体253と同様に、内周面に長手方向に周期的な凹凸形状部254Cを形成し、かつ、導電率は純銅相当の $5.9 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。

【0216】

ここで当該シミュレーションモデル250Cにおける凹凸形状部254Cに係る「溝」の寸法は、上記第3の実施形態における凹凸形状部254同様、溝（凹部）の深さ方向の寸法Dが $D = 0.1 \text{ mm}$ 、「溝（凹部）」の長手方向の寸法Bが $B = 0.49 \text{ mm}$ 、「溝」と「溝」との間隔Aが $A = 0.49 \text{ mm}$ にそれぞれ設定されるようになっている。

【0217】

また、その他のシミュレーションモデル形状、およびシミュレーション条件は第1の実施形態、第1比較例と同一であり、さらに、第1の実施形態～第3の実施形態、および、第1比較例～第3比較例については、それぞれ同じ基準での比較を行った。

【0218】

図22は、第1～第3の実施の形態における伝送損失量のシミュレーション結果を示す図であり、図23は、第1～第3の実施の形態に対応する第1～第3比較例における伝送損失量のシミュレーション結果を示す図である。

【0219】

まず、図23における第2比較例2および第3比較例と第1比較例との比較結果からわかるように、そもそも導波管における外部導体の内周面に、長手方向に周期的な凹凸形状部が存在すると伝送特性が悪化してしまう虞があることがわかる。

【0220】

この現象は、すなわち、導波管における外部導体の内周面に存在する周期的な凹凸形状部による伝送特性の悪化に関しては、第2の実施形態の可撓性導波管150および第3の実施形態の可撓性導波管250においても生じていることが、図22における第2、第3実施形態と第1実施形態との比較結果からもわかる。

【0221】

ここで、図22と図23とを比較してみると、第2の実施形態の可撓性導波管150および第3の実施形態の可撓性導波管250における伝送特性の悪化量は、第2比較例および第3比較例に比して大幅に小さいことがわかる。これらいずれの導波管（またはシミュレーションモデル）における外部導体の内周面にも、長手方向に周期的な凹凸形状部が存在するにも拘わらずである。

【0222】

また、第2の実施形態の可撓性導波管150および第3の実施形態の可撓性導波管250においては、伝送特性が悪化しているとはいえってもその伝送損失量は、第1比較例の伝送損失量よりも小さいことがわかる。

【0223】

これらの結果から鑑みるに、第2の実施形態の可撓性導波管150または第3の実施形態の可撓性導波管250に係る構成によると、たとえ外部導体の内周面に周期的な凹凸形状部が形成されてしまったとしても、これに起因する伝送損失の悪化を低減することができる。

【0224】

図24は、第2、第3の実施の形態の可撓性導波管において採用する外部導体の一例を示した要部拡大正面図であり、図25は、第2、第3の実施の形態の可撓性導波管において採用する外部導体の他の例を示した要部拡大正面図である。

【0225】

すなわち、可撓性の向上を目した形状を呈する外部導体を採用する可撓性導波管の例として、たとえば、図24に示すように平角銅線（断面が長方形の銅線）をわずかな隙間を隔てて2重に巻く導波管553A、または、図25に示すように同じく平角銅線を組み紐状に編み込む導波管553Bが想定できる。

【0226】

これら図24または図25に示す導波管553A、553Bは、適切な可撓性を得るこ

10

20

30

40

50

とのトレードオフとして、金属層の内部表面に周期的な構造（例えば、凹凸形状）を生じてしまい、上述した如き伝送特性の悪化を招く虞がある。すなわち、可撓性に優れた多くの外導体形成方法では、周期的な凹凸形状を避けることが困難な状況にある。

【0227】

すなわち、上述した第2比較例、第3比較例の例からも明らかなように、これら周期的な凹凸形状は導波管自体の伝送特性に悪影響を与え、そのままでは実用的な可撓性導波管を得ることができないという不都合があった。

【0228】

これに対して、上述した第2の実施形態および第3の実施形態に係る可撓性導波管によれば、可撓性の向上を目指すうえで避けることが困難であった、外部導体に係る凹凸形状部の影響を劇的に軽減することができる。

【0229】

すなわち、本第2の実施形態および第3の実施形態によれば、可撓性に優れた外部導体の利用と実用的な伝送特性の実現を両立し、実用的な可撓性導波管を実現することができる。

【0230】

なお、上述したシミュレーションの結果は、当該設定された比誘電率、導波管寸法または凹凸の大きさに限らずとも得ることができ、広く効果を得ることができる。また、当該シミュレーションモデルにおいて、誘電体に係る寸法については、ミリ波帯において透過帯（伝送帯）を得るように設定したが、本実施形態の効果は、ミリ波帯に限らずとも得ることができる。

【0231】

ただし、本実施形態が効果を及ぼす外部導体形状（凹凸）の悪影響は、ミリ波帯以上の周波数帯域において顕著となるため、ミリ波帯を超える周波数帯（ミリ波帯、サブミリ波帯、またはそれ以上の周波数帯域）において特に高い効果を得ることができる。

【0232】

以上説明したように、本第2の実施形態および第3の実施形態の可撓性導波管によると、ミリ波（サブミリ波を含む）以上の周波数の電波を伝送する導波管において適切な可撓性と優れた伝送特性とを両立する導波管、導波管を有する内視鏡および内視鏡システムを提供することができる。

【0233】

< 第4および第5の実施形態 >

次に、本発明の第4の実施形態および第5の実施形態について説明する。

【0234】

本第4の実施形態および第5の実施形態に係る内視鏡システムは、いずれもその構成は基本的には第1の実施形態と同様であるので、ここでは第1の実施形態との差異のみの説明にとどめ、その他の詳細の説明は省略する。

【0235】

すなわち、本第4の実施形態および第5の実施形態に係る内視鏡システム1は、第1の実施形態に対して、可撓性導波管における内部誘電体、特に第1の誘電体に対する第2の誘電体の配設状態を異にするものであって、その構成は基本的には第1の実施形態と同様である。

【0236】

図26は、本発明の第4の実施の形態の可撓性導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図であり、図27は、本発明の第5の実施の形態の可撓性導波管における長手方向に垂直な方向の断面を示した要部拡大断面図である。

【0237】

また、図28は、第4の実施の形態における誘電体の誘電損失のシミュレーション結果を第1比較例と比較して示す図であり、図29は、第5の実施の形態における誘電体の誘電損失のシミュレーション結果を第1比較例と比較して示す図である。

10

20

30

40

50

【0238】

< 第4の実施形態の可撓性導波管における内部誘電体 >

まず、第4の実施形態の可撓性導波管における内部誘電体について説明する。

【0239】

本第4の実施形態の可撓性導波管350は、第1の実施形態の可撓性導波管50と同様に、長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の内部の誘電体を有する。

【0240】

図26に示すように、第4の実施形態の可撓性導波管350における内部誘電体は、第1の実施形態と同様に、長手方向に垂直な断面において相対的に内側に位置する第1の誘電体351を有する。この第1の誘電体351は、第1の実施形態と同様に、長径と短径とを備える矩形形状の断面を有し、当該長径と短径との比率は長手方向において一定となっている。

10

【0241】

一方、本第4の実施形態においては、前記第1の誘電体351の短径（短辺）方向の両側に（換言すれば、長辺方向に延出するように）、前記第1の誘電体351よりも低い誘電率を備える第2の誘電体352が配設されている。

【0242】

また、本第4の実施形態においては、前記第1の誘電体351における露出面と第2の誘電体352における外周面とを覆う位置に、可撓性を有する筒状により形成された金属層である外部導体353が配設されている。

20

【0243】

すなわち、前記第2の誘電体352は、前記第1の誘電体351と前記金属層である外部導体353との間に挟まれる領域の一部に配設されるともいえる。

【0244】

なお本第4の実施形態においても、「誘電率が均一」とは、導波管内部を伝搬する電波（ミリ波またはサブミリ波）の波長オーダーの寸法でみたときに均一であることを意味するものである。すなわち、波長オーダーよりも1～2桁以上寸法の異なる構造による誘電率分布は、導波管内部を伝搬する電波には影響を与えないため、本実施形態においては、これを含めて誘電率が均一と表現している。

30

【0245】

また本第4の実施形態においても、「断面が同一形状」とは、上述したように断面形状の変化が波長の1/4よりも長い距離において滑らかに生じる場合を含める。

【0246】

図26に戻って、本第4の実施形態において第1の誘電体351および第2の誘電体352の比誘電率は、それぞれ、

第1の誘電体351については、比誘電率 $r_1 = 4.5$

第2の誘電体352については、比誘電率 $r_2 = 1.4$

に設定される。

40

【0247】

また、第1の誘電体351および第2の誘電体352における長手方向に垂直な断面形状は、それぞれ以下のとおりの寸法を有する。

【0248】

まず、第1の誘電体351は長径と短径とを有する矩形形状を呈し、長辺側の寸法を長径 a_1 とし、短辺側の寸法を短径 b_1 とすると、それぞれ、

長径 $a_1 = 1.77 \text{ mm}$ 、短径 $b_1 = 0.89 \text{ mm}$

に設定される。

【0249】

また、第4の実施形態において第2の誘電体352は、上述したように、第1の誘電体351の短径（短辺）方向の両側にのみ配設されている。この第2の誘電体352の外周

50

部であって、前記第 1 の誘電体 3 5 1 の長辺方向に対応した当該第 2 の誘電体 3 5 2 の外形寸法を長径 a_2 とし、前記第 1 の誘電体 3 5 1 の短辺方向に対応した当該第 2 の誘電体 3 5 2 の外形寸法を短径 b_2 とすると、それぞれ、

長径 $a_2 = 1.77 \text{ mm}$ 、短径 $b_2 = 1.77 \text{ mm}$
に設定される。

【0250】

なお、本実施形態においては第 2 の誘電体 3 5 2 は第 1 の誘電体 3 5 1 の短径（短辺）方向の両側に「のみ」配設するものとしたが、第 1 の誘電体 3 5 1 の長径（長辺）方向の両側に比して、相対的に、第 1 の誘電体 3 5 1 の短径（短辺）方向の両側に多く配設されるものであっても、同様の効果を奏するといえる。

10

【0251】

< 第 5 の実施形態の可撓性導波管における内部誘電体 >

次に、第 5 の実施形態の可撓性導波管における内部誘電体について説明する。

【0252】

本第 5 の実施形態の可撓性導波管 4 5 0 についても、第 1 の実施形態の可撓性導波管 5 0 と同様に、長手方向に誘電率が均一、かつ、長手方向に断面が同一形状を呈する線状の内部の誘電体を有する。

【0253】

図 2 8 に示すように、第 5 の実施形態の可撓性導波管 4 5 0 における内部誘電体は、第 1 の実施形態と同様に、長手方向に垂直な断面において相対的に内側に位置する第 1 の誘電体 4 5 1 を有する。この第 1 の誘電体 4 5 1 は、第 1 の実施形態と同様に、長径と短径とを備える矩形形状の断面を有し、当該長径と短径との比率は長手方向において一定となっている。

20

【0254】

一方、本第 5 の実施形態においては、第 4 の実施形態とは逆に、前記第 1 の誘電体 4 5 1 の長径（長辺）方向の両側に（換言すれば、短辺方向に延出するように）、前記第 1 の誘電体 4 5 1 よりも低い誘電率を備える第 2 の誘電体 4 5 2 が配設されている。

【0255】

また、本第 5 の実施形態においても、前記第 1 の誘電体 4 5 1 における露出面と第 2 の誘電体 4 5 2 における外周面とを覆う位置に、可撓性を有する筒状により形成された金属層である外部導体 4 5 3 が配設されている。

30

【0256】

すなわち、前記第 2 の誘電体 4 5 2 についても、上記同様に、前記第 1 の誘電体 4 5 1 と前記金属層である外部導体 4 5 3 との間に挟まれる領域の一部に配設されているといえる。

【0257】

なお本第 5 の実施形態においても、「誘電率が均一」とは、導波管内部を伝搬する電波（ミリ波またはサブミリ波）の波長オーダーの寸法で見たときに均一であることを意味するものである。すなわち、波長オーダーよりも 1 ~ 2 桁以上寸法の異なる構造による誘電率分布は、導波管内部を伝搬する電波には影響を与えないため、本実施形態においては、これを含めて誘電率が均一と表現している。

40

【0258】

図 2 8 に戻って、本第 5 の実施形態においても、第 4 の実施形態と同様に、第 1 の誘電体 4 5 1 および第 2 の誘電体 4 5 2 の比誘電率は、それぞれ、

第 1 の誘電体 4 5 1 については、比誘電率 $r_1 = 4.5$

第 2 の誘電体 4 5 2 については、比誘電率 $r_2 = 1.4$

に設定される。

【0259】

また、第 1 の誘電体 4 5 1 および第 2 の誘電体 4 5 2 における長手方向に垂直な断面形状も、第 4 の実施形態と同様の寸法を有する。

50

【0260】

すなわち、第1の誘電体451についても第1の誘電体351と同様に、長辺と短辺とを有する矩形形状を呈し、長辺側の寸法を長径 a_1 とし、短辺側の寸法を短径 b_1 とすると、それぞれ、

長径 $a_1 = 1.77 \text{ mm}$ 、短径 $b_1 = 0.89 \text{ mm}$
に設定される。

【0261】

一方、第5の実施形態においては、第2の誘電体452は、上述したように、第1の誘電体451の長径（長辺）方向の両側にのみ配設されている。この第2の誘電体452の外周部であって、前記第1の誘電体451の長辺方向に対応した当該第2の誘電体452の外形寸法を長径 a_2 とし、前記第1の誘電体451の短辺方向に対応した当該第2の誘電体452の外形寸法を短径 b_2 とすると、それぞれ、

長径 $a_2 = 2.13 \text{ mm}$ 、短径 $b_2 = 0.89 \text{ mm}$
に設定される。

【0262】

なお、本第5の実施形態においても、第2の誘電体452は第1の誘電体451の長径（長辺）方向の両側に「のみ」配設するものとしたが、第1の誘電体451の短径（短辺）方向の両側に比して、相対的に、第1の誘電体451の長径（長辺）方向の両側に多く配設されるものであっても、同様の効果を奏するといえる。

【0263】

さらに、第4の実施形態および第5の実施形態のいずれにおいても、前記第1の誘電体351（451）における露出面と第2の誘電体352（452）における外周面とを覆う位置に金属層である外部導体353または外部導体453が配設されるが、いずれの外部導体についても、その内周面は平坦であり、導電率は純銅相当の $59 \times 10^6 \text{ S/m}$ に設定される。

【0264】

<第4および第5の実施形態の可撓性導波管に係る伝送損失>

次に、上述の如き構成される第4の実施形態および第5の実施形態の可撓性導波管の伝送損失について、上述した比較例（第1比較例）と比較した。

【0265】

図28は、第4の実施の形態における誘電体の誘電損失のシミュレーション結果を第1比較例と比較して示す図であり、図29は、第5の実施の形態における誘電体の誘電損失のシミュレーション結果を第1比較例と比較して示す図である。

【0266】

図28に示すように、第4の実施形態の可撓性導波管350は、第1比較例のシミュレーションモデルの構成よりも伝送損失量を低減できていることがわかる。すなわち、第4の実施形態の可撓性導波管350における「第2の誘電体が第1の誘電体の短径方向の両側にのみ配される形態」によっても、第1の実施形態と同じように外部導体に起因する伝送損失を低減することができる。

【0267】

一方、図29に示すように、第5の実施形態の可撓性導波管450においても、第1比較例のシミュレーションモデルの構成よりも伝送損失量を低減できていることがわかる。すなわち、第5の実施形態の可撓性導波管450における「第2の誘電体が第1の誘電体の長径方向の両側にのみ配される形態」によっても、第1の実施形態と同じように外部導体に起因する伝送損失を低減することができる。

【0268】

一方で、図28と図29とを比較すると、第5の実施形態の可撓性導波管450については、周波数特性が低周波側にずれる効果が大きく、第4の実施形態の可撓性導波管350のように広帯域において伝送損失を低減できるわけではないことがわかる。

【0269】

10

20

30

40

50

すなわち、伝送損失の低減効果は、第4の実施形態の可撓性導波管350における「第2の誘電体が第1の誘電体の短径方向の両側にのみ配される形態」と、第5の実施形態の可撓性導波管450における「第2の誘電体が第1の誘電体の長径方向の両側にのみ配される形態」とで共に得ることはできるが、第4の実施形態の方が、第5の実施形態の形態に比してより伝送損失の低減効果が大きいといえる。

【0270】

なお、上述したシミュレーションの結果は、上記同様に、当該設定された比誘電率、導波管寸法または凹凸の大きさに限らずとも得ることができ、広く効果を得ることができる。また、当該シミュレーションモデルにおいて、誘電体に係る寸法については、ミリ波帯において透過帯（伝送帯）を得るように設定したが、本実施形態の効果は、ミリ波帯に限らずとも得ることができる。

10

【0271】

ただし、本実施形態が効果を及ぼす外部導体形状（凹凸）の悪影響は、上記同様に、ミリ波帯以上の周波数帯域において顕著となるため、ミリ波帯を超える周波数帯（ミリ波帯、サブミリ波帯、またはそれ以上の周波数帯域）において特に高い効果を得ることができる。

【0272】

< 第6の実施形態 >

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。

【0273】

上述した第1の実施形態は、上述の如き可撓性導波管50を内視鏡に適用したが、本第6の実施形態は、上述の如き可撓性導波管50を所定の画像信号を伝送する画像伝送装置に適用するものである。

20

【0274】

この第6の実施形態に係る画像伝送装置は、第1の実施形態に示されるような内視鏡システムに限らず、いわゆるFHD（Full High Definition）を超える4K/8K画像に代表される高精細/大容量の画像信号を伝送可能とする伝送装置であって、換言すれば、基本周波数が10GHzを超えるような高速信号の伝送線路を有する伝送装置である。

【0275】

さらに、本第6の実施形態に係る当該伝送路は、数センチメートル～5メートル程度以下の長さで5Gbps以上の通信速度を実現しうるミリ波（サブミリ波を含む）領域で用いることを想定するものあって、かつ、可撓性を要するものである。

30

【0276】

上記の第1の実施形態として説明した誘電体混合材料を含む可撓性導波管は、斯様な条件を要する第6の実施形態の如き画像伝送装置にあっても適切に適用することができる。

【0277】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【符号の説明】

【0278】

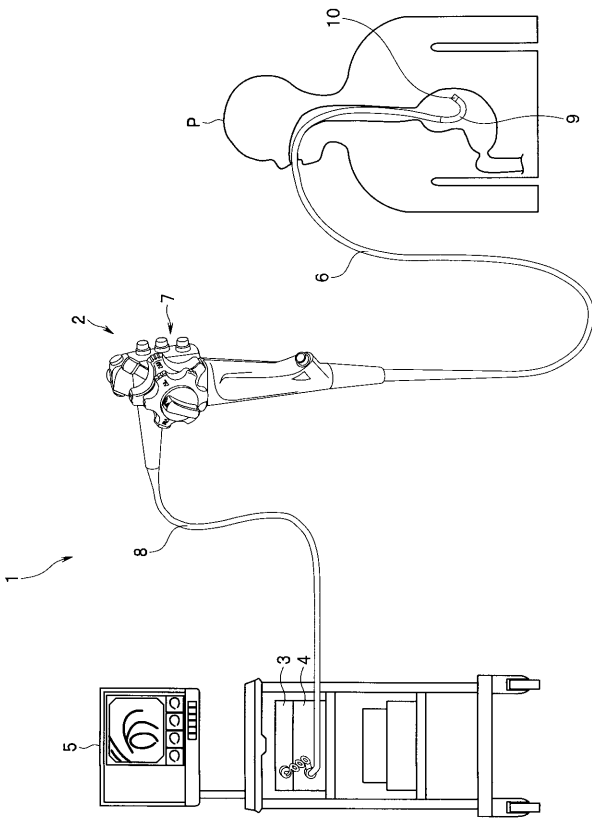
- 1：内視鏡システム
- 2：内視鏡
- 3：ビデオプロセッサ
- 6：挿入部
- 7：操作部
- 8：ユニバーサルコード
- 10：先端硬性部
- 20：撮像ユニット
- 21：撮像光学系
- 22：撮像素子

40

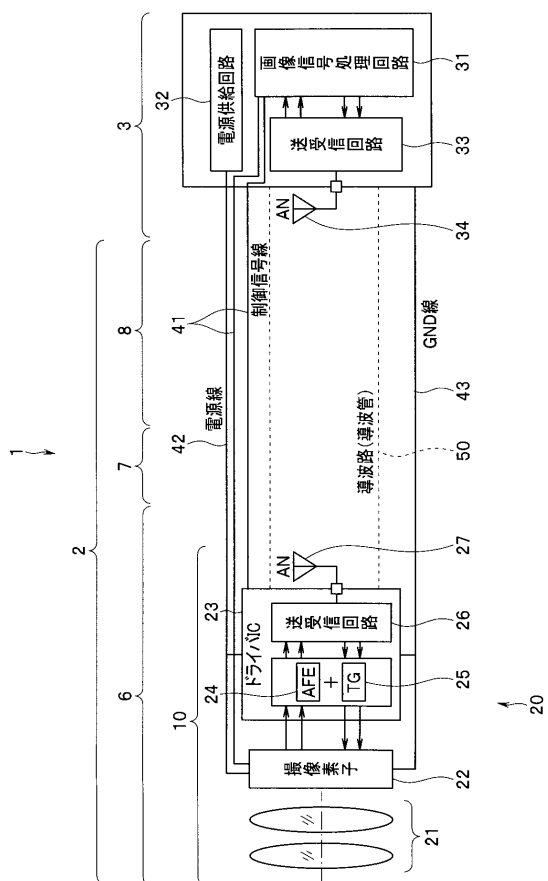
50

- 23 : ドライバIC
- 26 : 送受信回路
- 27 : 送受信アンテナ
- 33 : 送受信回路
- 34 : 送受信アンテナ
- 41 : 制御信号線
- 42 : 電源線
- 43 : GND線
- 50, 150, 250, 350, 450 : 可撓性導波管(導波路)
- 51, 351, 451 : 第1の誘電体
- 52, 352, 452 : 第2の誘電体
- 53, 153, 253, 353, 453 : 外部導体
- 154, 254 : 凹凸形状部
- 50C, 150C, 250C : 導波管のシミュレーションモデル

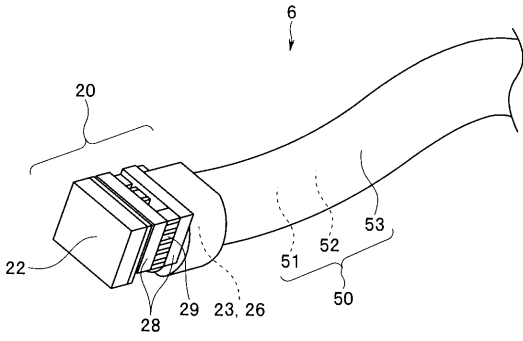
【図1】



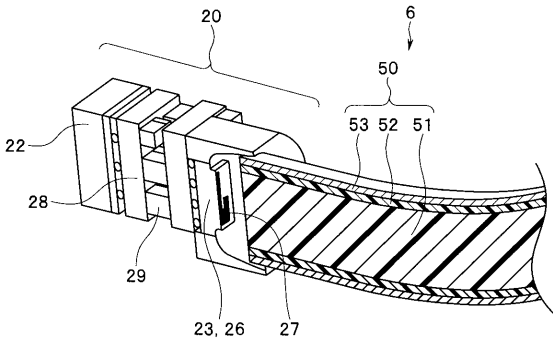
【図2】



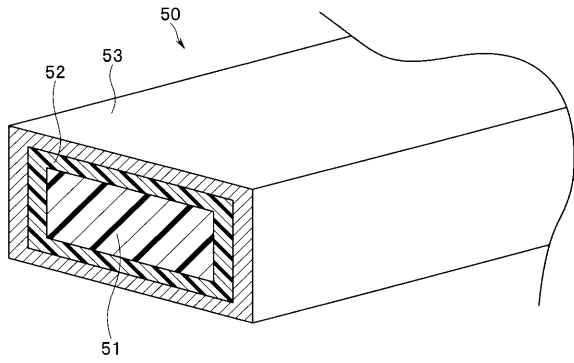
【 図 3 】



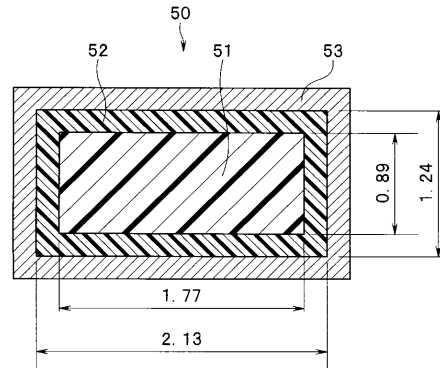
【 図 4 】



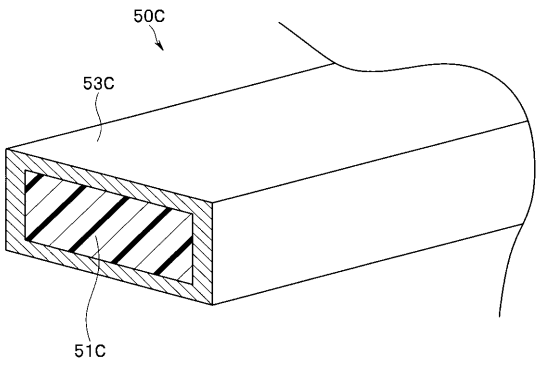
【 図 5 】



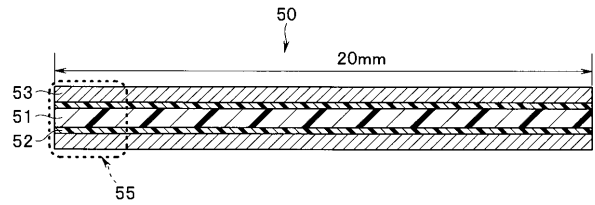
【 図 6 】



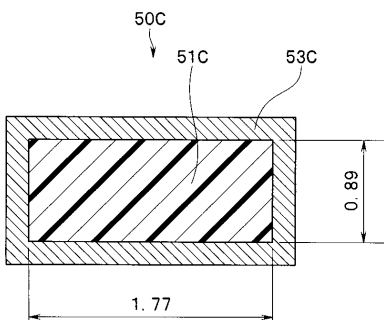
【 図 7 】



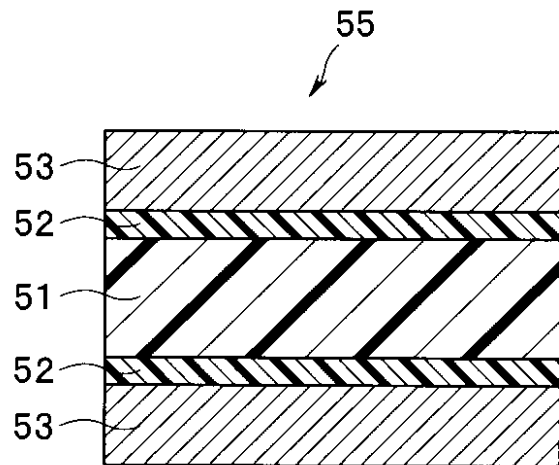
【 図 9 】



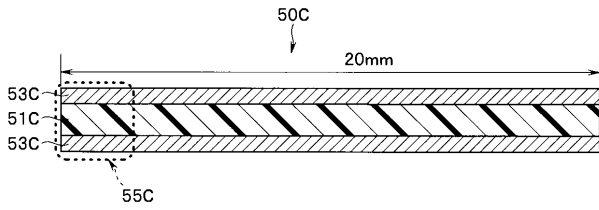
【 図 8 】



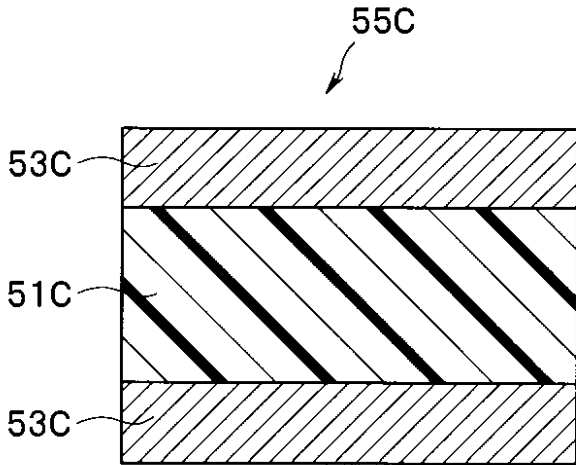
【 図 10 】



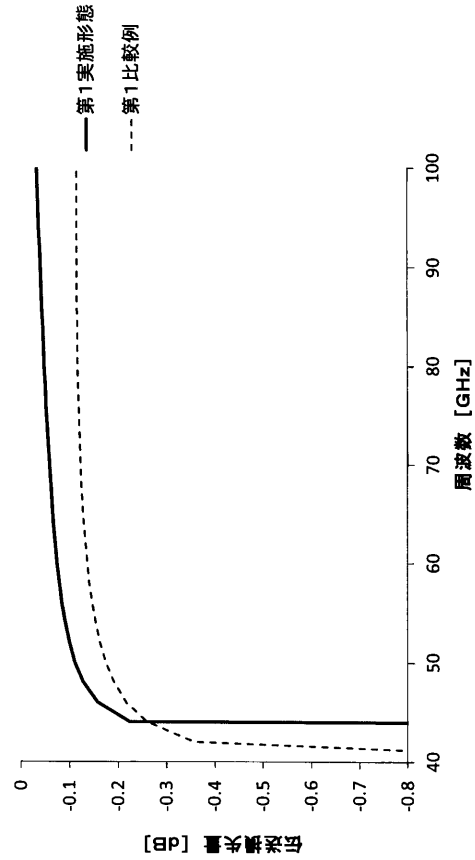
【図 1 1】



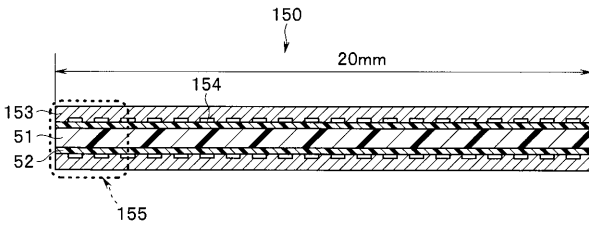
【図 1 2】



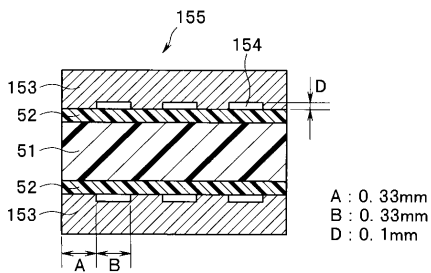
【図 1 3】



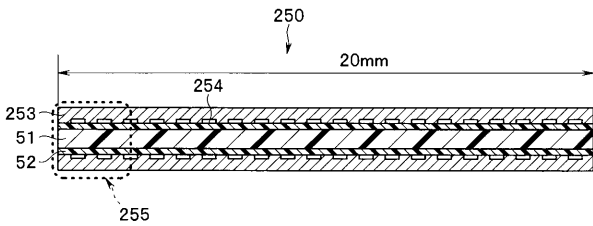
【図 1 4】



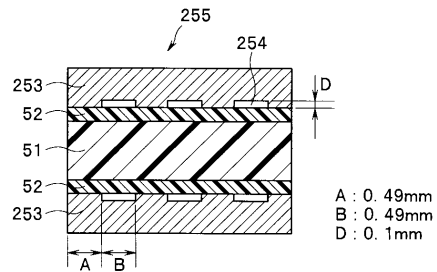
【図 1 5】



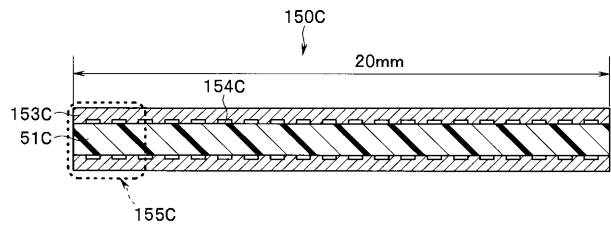
【図 1 6】



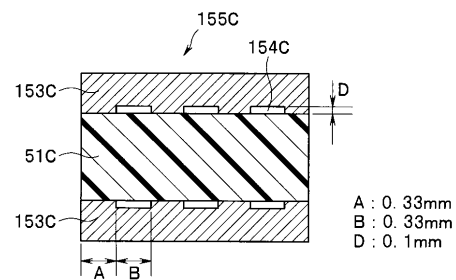
【図 1 7】



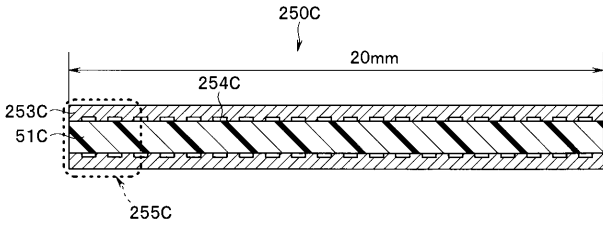
【図 1 8】



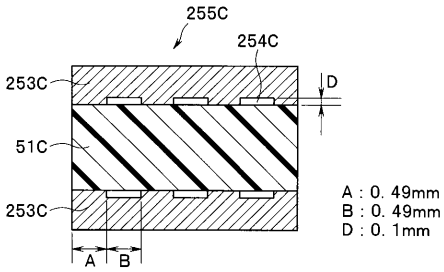
【図 1 9】



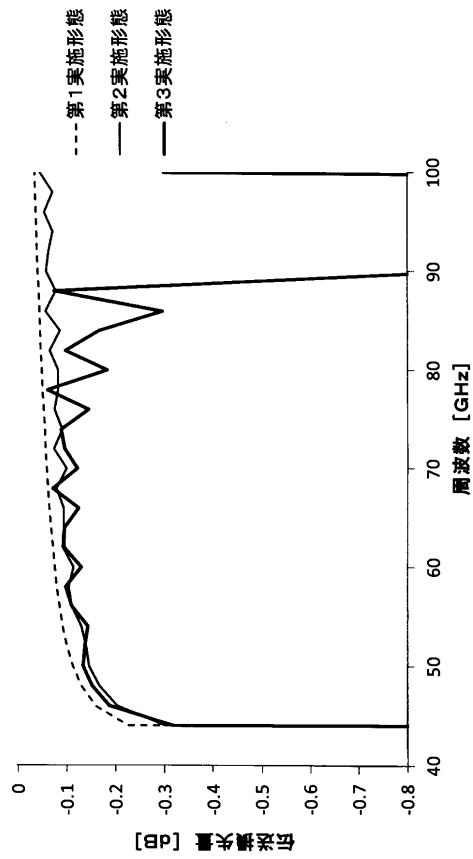
【図 2 0】



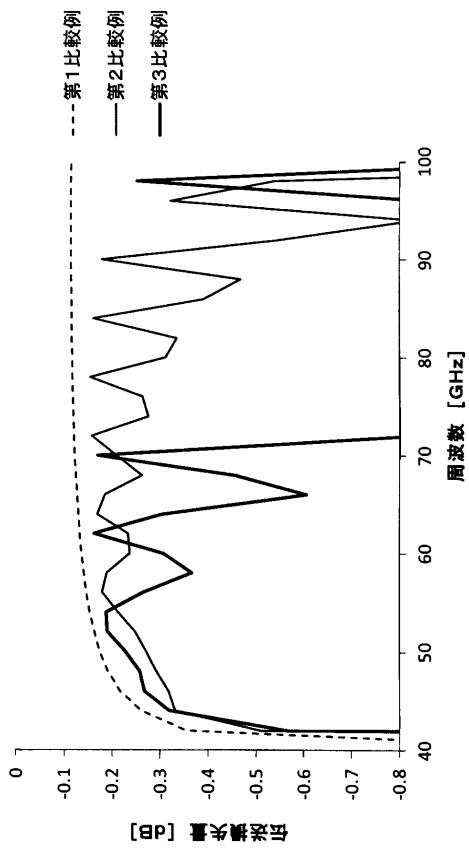
【図 2 1】



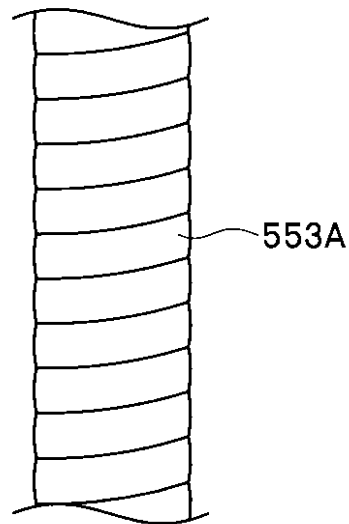
【図 2 2】



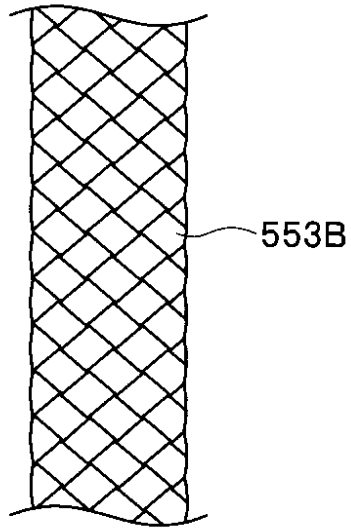
【図 2 3】



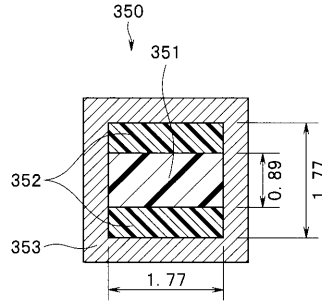
【図 2 4】



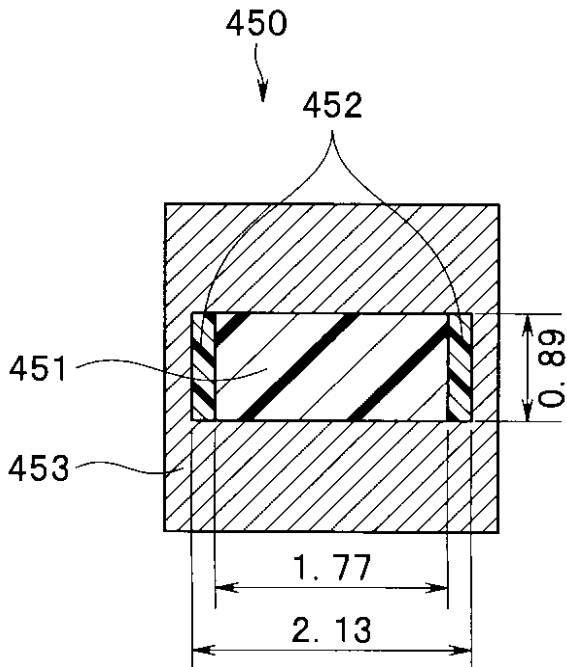
【 図 2 5 】



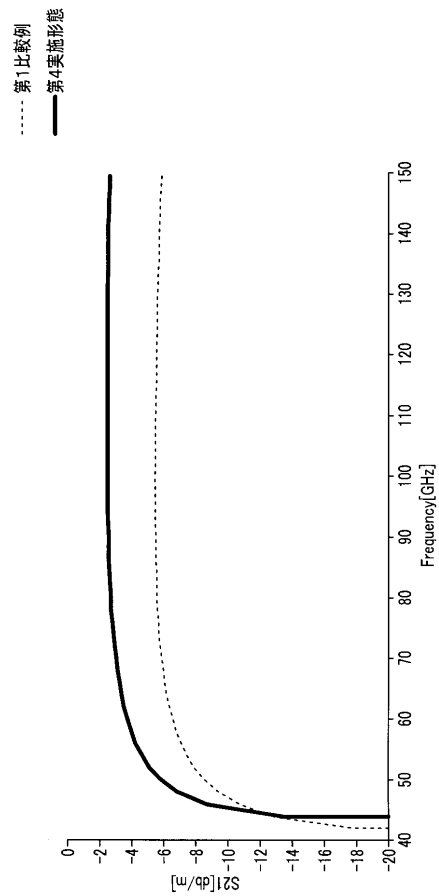
【 図 2 6 】



【 図 2 7 】

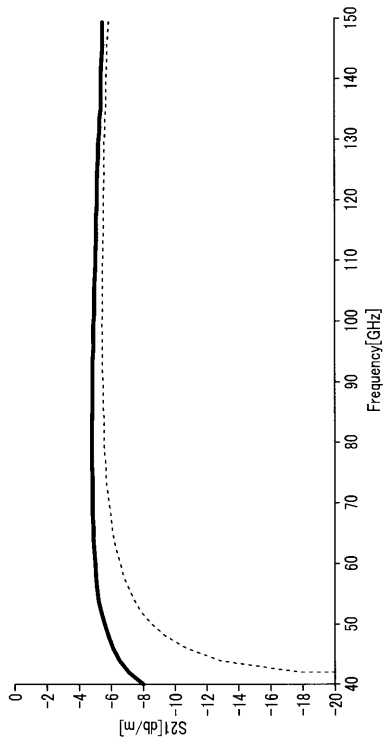


【 図 2 8 】



【 図 2 9 】

..... 第1比較例
—— 第5実施形態



专利名称(译)	波导，具有波导的图像传输装置，内窥镜和具有波导的内窥镜系统		
公开(公告)号	JP2018099310A	公开(公告)日	2018-06-28
申请号	JP2016247031	申请日	2016-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	渡邊正		
发明人	渡邊 正		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 H01P3/12		
FI分类号	A61B1/04.362.J G02B23/24.A		
F-TERM分类号	2H040/DA03 2H040/DA14 2H040/DA15 2H040/DA17 2H040/GA02 4C161/AA01 4C161/CC06 4C161/FF45 4C161/JJ01 4C161/JJ19 4C161/LL02 4C161/UU03 4C161/UU06		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在波导中以等于或大于毫米波的频率传输电波时，要获得适当的灵活性和优异的传输特性。解决方案：波导包括：线性电介质体，其具有在纵向上具有均匀的介电常数，并且在纵向上具有相同形状的横截面；金属层53设置在覆盖电介质体外周的位置，并形成具有柔性的圆柱形状。电介质体包括：第一电介质体51，其位于垂直于纵向方向的横截面的内侧；第二电介质体52，其在与长度方向垂直的截面处相对于第一电介质体51位于外侧，并且具有比第一电介质体51低的介电常数。第一电介质体51具有横截面形状，其中长轴和短轴之间的比率在纵向上变得恒定。第二电介质体52设置在由第一电介质体51和金属层53夹在中间的区域中。图中：图6

