(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2018-72012
(P2018-72012A)
(43)公開日　平成30年5月10日(2018.5.10)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G01N 21/59	(2006.01)	G01N 21/59	M	2G059

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 17 頁）

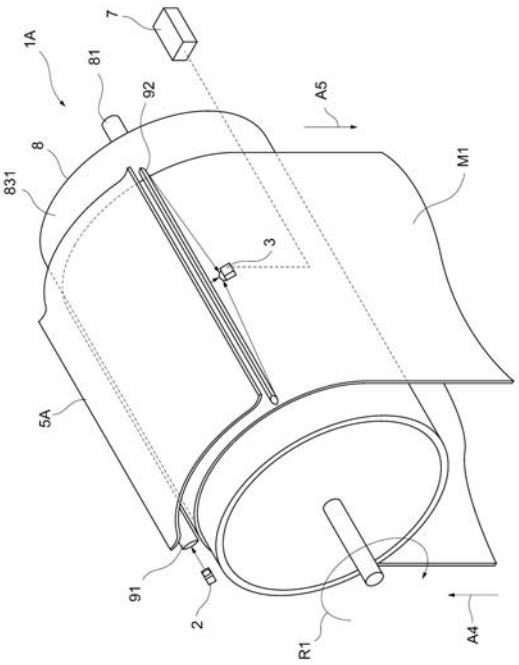
(21)出願番号　特願2016-208460 (P2016-208460)
(22)出願日　平成28年10月25日 (2016.10.25)

(71)出願人　000000033
旭化成株式会社
東京都千代田区神田神保町一丁目１０５番地
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉　良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫　敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口　昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤　和彦
(72)発明者　池田　誠人
東京都千代田区神田神保町一丁目１０５番地　旭化成株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】評価装置

(57)【要約】
【課題】膜状体を搬送しながら、その特性を高い精度で評価することが可能な評価装置を提供する。
【解決手段】評価装置１Ａは、導波板５Ａを備える。導波板５Ａは、隙間を隔ててローラ８の外周面８３１と対向し、外周面８３１との間に導波路４０Ａを形成する反射面５０Ａを有する。反射面５０Ａは、発信部２が発信した電磁波を、ローラ８の外周面８３１との間で反射させながら受信部３に導くように構成されている。
【選択図】図８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
膜状体の特性を評価する評価装置であって、
外周面によって膜状体を支持するとともに、回転軸を中心として回転することによって該膜状体を搬送するローラと、
電磁波を発信する発信部と、
前記発信部が発信した電磁波を受信する受信部と、
前記発信部と前記受信部との間に配置され、前記発信部が発信した電磁波を前記受信部側に導く導波部材と、
前記受信部によって受信された電磁波に基づいて所定の演算を行うことにより、膜状体の特性を導出する演算部と、を備え、
前記導波部材は、隙間を隔てて前記ローラの外周面と対向し、該外周面との間に導波路を形成する反射面を有し、
前記反射面は、前記発信部が発信した電磁波を、前記ローラの外周面との間で反射させながら前記受信部に導くように構成されていることを特徴とする評価装置。
【請求項２】
前記ローラの外周面、及び、前記導波部材の反射面は、金属材料によって形成されていることを特徴とする請求項１に記載の評価装置。
【請求項３】
前記反射面は、前記発信部側から前記受信部側に向かって前記導波路の幅を漸次減少させる入口側テーパ部を有していることを特徴とする請求項１又は２に記載の評価装置。
【請求項４】
前記入口側テーパ部は、前記外周面側に向かって突出するように湾曲していることを特徴とする請求項３に記載の評価装置。
【請求項５】
前記反射面は、前記発信部側から前記受信部側に向かって前記導波路の幅を漸次増加させる出口側テーパ部を有していることを特徴とする請求項１又は２に記載の評価装置。
【請求項６】
前記発信部と前記導波路との間に、前記発信部が発信した電磁波を発散させる入口側レンズを備えていることを特徴とする請求項１又は２のいずれか一項に記載の評価装置。
【請求項７】
前記導波路と前記受信部の間に、前記導波路を通過した電磁波を収束させる出口側レンズを備えていることを特徴とする請求項６に記載の評価装置。
【請求項８】
前記発信部及び前記受信部は、前記回転軸が延びる方向において互いに離間して配置されていることを特徴とする請求項１から７のいずれか一項に記載の評価装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、膜状体の特性を評価する評価装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
試料の特性を評価する評価装置が普及している。このような評価装置として、試料に照射しても損傷が少ないという理由から、電磁波を用いるものが知られている。
【０００３】
特許文献１には、テラヘルツ時間領域分光法（ＴＨｚ－ＴＤＳ法）と称される方式の評価装置が記載されている。当該評価装置は、周波数が０．１ＴＨｚ～１０ＴＨｚ、波長が３００μｍ～３ｍｍの電磁波であるテラヘルツ波を用いている。テラヘルツ波は、光と電波の境界領域に属していることから、光が有する直進性と、電波が有する透過性と、の双方を兼ね備えている。

【０００４】
特許文献１記載の評価装置は、電磁波を発信する発信部と、当該電磁波を受信する受信部と、を備えている。発信部と受信部との間には、測定対象である試料が配置される。発信部が発信した電磁波が試料に照射されると、その一部が試料によって吸収され、他部が試料を透過する。評価装置は、受信部が当該電磁波の他部を受信することによって取得する電流波形と、試料を配置しない場合に受信部が電磁波を受信することによって取得する電流波形と、の差異に基づいて、当該試料の特性を評価する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００２－２７７３９４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
ところで、試料による電磁波の吸収の程度は、電磁波が当該試料中を透過する距離や、当該試料の吸収係数に依存する。電磁波が試料中を透過する距離が小さいと、試料に吸収される電磁波が少なくなる。この場合、前述した２つの電流波形の差異が小さくなる。
【０００７】
したがって、膜状体のように厚みが小さい試料では、電磁波の透過距離が小さいため、前述した２つの電流波形の差異も小さくなる。このため、特許文献１記載の装置では、膜状体の特性を精度よく評価できないという課題があった。
【０００８】
また、出荷前に、上記評価装置を用いて成形体の特性を評価したいというニーズも存在する。しかしながら、当該膜状体を評価装置にセットする煩わしい手間が必要になるという課題があった。
【０００９】
本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、膜状体を搬送しながら、その特性を高い精度で評価することが可能な評価装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本発明は、膜状体の特性を評価する評価装置であって、外周面によって膜状体を支持するとともに、回転軸を中心として回転することによって該膜状体を搬送するローラと、電磁波を発信する発信部と、発信部が発信した電磁波を受信する受信部と、発信部と受信部との間に配置され、発信部が発信した電磁波を受信部側に導く導波部材と、受信部によって受信された電磁波に基づいて所定の演算を行うことにより、膜状体の特性を導出する演算部と、を備える。導波部材は、隙間を隔ててローラの外周面と対向し、該外周面との間に導波路を形成する反射面を有する。反射面は、発信部が発信した電磁波を、ローラの外周面との間で反射させながら受信部に導くように構成されている。
【００１１】
上記構成によれば、膜状体はローラの外周面によって支持され、当該ローラの回転によって搬送される。本発明は、このように搬送中の膜状体の特性を評価する。このため、例えば、成形後の膜状体をローラによって成形機から搬送する際等に、膜状体の特性を評価することができる。したがって、少ない手間で膜状体の特性を評価することが可能になる。
【００１２】
また、上記構成によれば、発信部が発した電磁波は、ローラの外周面と、導波部材の反射面との間で反射しながら受信部に導かれる。このため、電磁波は、膜状体を複数回透過する。この結果、膜状体における電磁波の透過距離を大きくし、膜状体の特性を精度よく評価することが可能になる。
【発明の効果】

【００１３】
本発明によれば、膜状体を搬送しながら、その特性を高い精度で評価することが可能な評価装置を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１４】
【図１】原理モデルを示す模式図である。
【図２】図１の演算部が取得する電流波形を示すグラフである。
【図３】図１の導波部材を示す正面図である。
【図４】図１の導波部材を示す斜視図である。
【図５】図１の導波部材を示す拡大図である。
【図６】図１の導波部材を示す拡大図である。
【図７】図１の導波部材を示す拡大図である。
【図８】第１実施形態に係る評価装置を示す斜視図である。
【図９】図８の評価装置を示す正面図である。
【図１０】第１実施形態の変形例に係る評価装置を示す斜視図である。
【図１１】第２実施形態に係る評価装置を示す斜視図である。
【図１２】図１１のＸＩＩ－ＸＩＩ断面を示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。
【００１６】
［原理モデル］
まず、図１及び図２を参照しながら、評価装置の原理モデル１の概要について説明する。原理モデル１は、テラヘルツ時間領域分光法を用いて、膜状体Ｍの光学的特性（例えば、吸収率や、屈折率、透過率等。）を評価する装置である。膜状体Ｍは、厚さ寸法が他の寸法と比べて小さい物体である。評価対象にできる膜状体Ｍとして、例えば、綿織物や、キュプラ織物、樹脂フィルム等が挙げられる。図１に示されるように、原理モデル１は、発信部２と、受信部３と、導波部材４と、演算部７と、を備えている。
【００１７】
発信部２は、外部の空間に電磁波を発信する機器である。詳細には、発信部２は、周波数が０．１ＴＨｚ～１０ＴＨｚ、波長が３００μｍ～３ｍｍの電磁波であるテラヘルツ波を発生させる。発信部２は、フェムト秒レーザ、光伝導アンテナや、テラヘルツ発信共鳴トンネルダイオード（ＲＴＤ）、テラヘルツ量子カスケードレーザ等、テラヘルツ波を発信可能な機構を有している。図１はこれらを簡略し、発信部２を１つのユニットとして図示している。発信部２は、不図示の制御装置から受信する制御信号に基づいて電磁波を発信する。
【００１８】
受信部３は、発信部２が発信した電磁波を受信する機器である。受信部３は、発信部２と間隔を空けて配置されている。受信部３は、光伝導素子等の複数の部材を有している。図２はこれらを簡略し、受信部３を１つのユニットとして図示している。受信部３は、発信部２が発信した電磁波を受信し、当該電磁波の電場強度を電流として検出することができる。
【００１９】
導波部材４は、発信部２と受信部３との間に配置される部材である。導波部材４は、その内部に導波路４０を有している。導波路４０は、その端部が開放されている。詳細には、導波部材４は、隙間を隔てて対向する導波板５，６を有しており、当該隙間が導波路４０に相当する。膜状体Ｍは、この導波路４０の一部に配置されている。後述するように、発信部２が発信した電磁波はこの導波路４０を通過することによって受信部３に導かれる

。
【００２０】
尚、理解を容易にするため、図１に示されるように、導波板５，６が対向する方向をＺ方向とし、当該Ｚ方向に直交する方向をＸ方向、Ｙ方向とする直交座標を用いて説明する。図３以降においても、当該直交座標と対応する座標が示される。
【００２１】
演算部７は、膜状体Ｍの特性を導出する機器である。演算部７は、少なくとも受信部３と接続されている。演算部７は、受信部３が検出した電流に基づいて所定の演算を行うことにより、膜状体Ｍの特性を導出する。
【００２２】
演算部７は、図２に示される電流波形を受信部３から取得する。図２は、発信部２から電磁波が発信された後に、受信部３が検出した電流の変化を示している。導波路４０に膜状体Ｍが配置されていない場合に受信部３が検出する電流Ｅｒの波形は、実線によって示されている。一方、導波路４０に膜状体Ｍが配置されている場合に受信部３が検出する電流Ｅｍの波形は、破線によって示されている。電流Ｅｒ及び電流Ｅｍの波形は、電磁波が受信部３によって受信されたタイミングにピークを有している。
【００２３】
導波路４０に膜状体Ｍが配置されていない場合、発信部２が発信した電磁波は、導波路４０において殆ど吸収されることなく受信部３に至る。この場合、電流Ｅｒの波形のピークが明瞭に現れる。このような電流Ｅｒの波形は、膜状体Ｍの評価に先駆けて取得されている。
【００２４】
一方、導波路４０に膜状体Ｍが配置されている場合、発信部２が発信した電磁波の一部は、導波路４０において当該膜状体Ｍによって吸収される。電磁波の他部は、当該膜状体Ｍを透過し、導波路４０を通過して発信部２に至る。つまり、電流Ｅｍの波形は、多重反射も含めた透過後の電磁波のものを示している。このため、電流Ｅｍの波形のピークは、電流Ｅｒの波形のものよりも小さくなる。また、電流Ｅｍの波形のピークは、電流Ｅｒのピークが現れるタイミングからやや遅れて現れる。
【００２５】
演算部７は、このような電流Ｅｒ，Ｅｍの波形のそれぞれに所定の処理を施す。詳細には、演算部７は、電流Ｅｒ，Ｅｍの波形のそれぞれの複素フーリエ成分を計算し、両者の比を計算する。両者の比は複素振幅透過率に相当し、複素屈折率の関数として表される。したがって、演算部７は、予め実験で得られている複素振幅透過率に基づいて、膜状体Ｍの光学的特性の１つである複素屈折率を導出することができる。
【００２６】
このように構成された原理モデル１において、膜状体Ｍの特性を高い精度で評価するためには、電流Ｅｒの波形と電流Ｅｍの波形との差異が、有意なものでなければならない。換言すれば、導波路４０における膜状体Ｍの有無に応じて、電流Ｅｒ，Ｅｍの波形の差異が顕著となるように原理モデル１を構成する必要がある。
【００２７】
そこで、原理モデル１では、電流Ｅｒ，Ｅｍの波形の差異を顕著なものとすべく、導波部材４の構成に工夫がなされている。次に図３から図７を参照しながら、この導波部材４の構成について説明する。
【００２８】
図３及び図４に示されるように、導波板５，６は、Ｘ軸方向を長手方向とし、Ｚ軸方向を厚さ方向とする板形状を呈している。導波板５，６は、アルミニウムによって形成されている。Ｘ軸方向における導波板５，６の寸法Ｌｘは、９０ｍｍ程度である。図３に示されるように、導波板５，６は、その一側面に反射面５０，６０を有している。
【００２９】
反射面５０，６０は、研磨が施されることにより凹凸が少ない滑らかな面となっている

。これにより、後述するように反射面５０，６０において電磁波が反射する際の散乱が抑制される。反射面５０，６０は、入口側テーパ部５１，６１、平坦部５２，６２、及び出口側テーパ部５３，６３を有している。

【００３０】

平坦部５２，６２は、Ｘ軸方向において反射面５０，６０の中央部に位置する平坦な面である。Ｘ軸方向における平坦部５２，６２の寸法Ｌｘ１は３０ｍｍ程度である。導波板５，６は、この平坦部５２，６２が、Ｚ軸方向に隙間を隔てて互いに平行となるように配置されている。Ｚ軸方向における隙間の寸法ｄは、発信部２が発信する電磁波の波長以下（例えば、２００μｍ）に設定されている。導波路４０のうち、この平坦部５２と平坦部６２との間に形成される部分は、膜状体配置部４２と称される。尚、説明の理解の為、図３から図７では、導波路４０を極端に大きく示している。

【００３１】

膜状体Ｍは、この膜状体配置部４２に、その厚さ方向がＺ方向と直交しないように配置される。詳細には、膜状体Ｍは、その厚さ方向がＺ方向と一致するとともに、平坦部５２，６２に沿って延びるように膜状体配置部４２に配置される。膜状体Ｍは、平坦部５２，６２と接触しないように、Ｙ軸方向の両端部が不図示の治具によって固定されている。

【００３２】

入口側テーパ部５１，６１は、平坦部５２，６２よりも発信部２（図３では不図示）側に位置し、平坦部５２，６２に連続する面である。入口側テーパ部５１，６１は、導波路４０に向かって突出するように湾曲している。導波路４０のうち、この入口側テーパ部５１と入口側テーパ部６１との間に形成される部分は入口部４１と称される。入口部４１において、入口側テーパ部５１，６１は、Ｘ軸方向に向かうにつれて漸次近接するように形成されている。換言すれば、入口部４１は、Ｘ軸方向に向かうにつれてその幅が漸次減少するように形成されている。

【００３３】

出口側テーパ部５３，６３は、平坦部５２，６２よりも受信部３（図３では不図示）側に位置し、平坦部５２，６２に連続する面である。出口側テーパ部５３，６３は、導波路４０に向かって突出するように湾曲している。導波路４０のうち、この出口側テーパ部５３と出口側テーパ部６３との間に形成される部分は出口部４３と称される。出口部４３において、出口側テーパ部５３，６３は、Ｘ軸方向に向かうにつれて漸次離反するように形成されている。換言すれば、出口部４３は、Ｘ軸方向に向かうにつれてその幅が漸次増加するように形成されている。

【００３４】

図５に示されるように、発信部２（図５では不図示）によって発信された電磁波は、まず、導波路４０の－Ｘ方向における端部から入口部４１に進入する。図５は、電磁波の進行方向を、矢印Ａ１によって模式的に示している。矢印Ａ１で示されるように、電磁波は、入口側テーパ部５１，６１において繰り返し反射することにより、Ｚ方向に往復する。

【００３５】

また、前述したように、入口側テーパ部５１，６１は導波路４０に向かって突出するように湾曲している。このため、入口側テーパ部５１，６１は、Ｘ方向を指向するように電磁波を反射させる。また、入口部４１は、Ｘ軸方向に向かうにつれてその幅が漸次減少しているため、Ｚ方向における電磁波の移動距離は漸次小さくなる。この結果、電磁波は収束しながら膜状体配置部４２に向かって進行する。

【００３６】

入口部４１を通過した電磁波は、次に、図６に示されるように膜状体配置部４２に進入する。前述したように、Ｚ軸方向における膜状体配置部４２の寸法ｄは、電磁波の波長よりも小さい。一般的に、電磁波は、その回折限界のため、寸法が波長よりも小さい隙間を通過することは困難である。

【００３７】

原理モデル１では、平坦部５２，６２は、金属材料であるアルミニウムによって形成さ

れている。膜状体配置部４２に進入した電磁波が平坦部５２，６２の近傍を進行する際は、当該電磁波の電場の成分のうち、表面に平行な成分は金属中の自由電子に遮蔽され存在せず、表面に垂直な成分のみが存在するという境界条件が満たされる。膜状体配置部４２の寸法ｄを電磁波の回折限界以下とした場合でも、この境界条件は満たされ、電磁波は平坦部５２，６２で反射しながら進行することが可能である。

【００３８】

電磁波は、矢印Ａ２で示されるように、平坦部５２，６２において繰り返し反射し、Ｚ方向に往復しながら膜状体配置部４２を進行する。したがって、電磁波は、膜状体配置部４２に配置されている膜状体Ｍを、その厚さ方向に繰り返し透過する。詳細には、膜状体Ｍに達した電磁波の一部が膜状体Ｍによって吸収され、他部が膜状体Ｍを透過する。

【００３９】

膜状体配置部４２を通過した電磁波は、次に、図７に示されるように出口部４３に進入する。矢印Ａ３で示されるように、電磁波は、出口側テーパ部５３，６３において繰り返し反射することにより、Ｚ方向に往復する。

【００４０】

一般に、導波路の終端に頂角が形成されていると、当該頂角において電磁波の回折が生じる。この結果、導波路の終端から電磁波が拡散し、受信部３が受信できる電磁波が減少してしまう。

【００４１】

原理モデル１では、前述したように、出口側テーパ部５３，６３は導波路４０に向かって突出するように湾曲している。これにより、導波路４０の終端における電磁波の拡散が抑制される。このようにして出口部４３を通過した電磁波は、受信部３によって受信される。

【００４２】

以上の説明のように構成された原理モデル１によれば、発信部２が発した電磁波は、一対の反射面５０，６０の間で反射しながら受信部３に導かれる。膜状体Ｍは、その厚さ方向が、反射面５０，６０が対向する方向と直交しないように配置されている。このため、電磁波は、膜状体Ｍをその厚さ方向に複数回透過する。この結果、膜状体Ｍにおける電磁波の透過距離を大きくし、膜状体Ｍの特性を精度よく評価することが可能になる。

【００４３】

ところで、膜状体配置部４２の寸法ｄが小さいほど、膜状体配置部４２に電磁波を収束させ、評価精度を向上させることが可能になる。しかしながら、反射面５０，６０間の寸法ｄが電磁波の波長を下回ると、回折限界のため、電磁波が膜状体配置部４２を通過できなくなる。

【００４４】

そこで、原理モデル１では、反射面５０，６０は、金属材料によって形成されている。この構成によれば、反射面５０，６０間の寸法ｄが電磁波の波長よりも小さい場合であっても、電磁波は、反射面５０，６０に存在する自由電子との相互作用により、膜状体配置部４２を通過することが可能になる。この結果、膜状体配置部４２に電磁波を収束させ、特性の評価精度を向上させることが可能になる。この構成は、発信部２が発信する電磁波が、他の電磁波と比較して波長が長いテラヘルツ波である場合に特に好適である。

【００４５】

また、反射面５０，６０は、発信部２側から膜状体配置部４２側に向かって導波路４０の幅を漸次減少させる入口側テーパ部５１，６１を有している。この構成によれば、発信部２から発信された電磁波を、入口側テーパ部５１，６１によって収束させながら膜状体配置部４２に導くことが可能になる。この結果、特性の評価精度をさらに高めることが可能になる。

【００４６】

また、入口側テーパ部５１，６１は、導波路４０に向かって突出するように湾曲している。この構成によれば、発信部２から発信された電磁波を、より膜状体配置部４２に指向

させることができる。この結果、電磁波を高い効率で収束させ、特性の評価精度をさらに高めることが可能になる。

【００４７】

また、反射面５０，６０は、膜状体配置部４２側から受信部３側に向かって導波路４０の幅を漸次増加させる出口側テーパ部５３，６３を有している。この構成によれば、導波路４０の終端における電磁波の回折を抑制し、膜状体配置部４２を通過した電磁波を更に確実に受信部３に受信させることが可能になる。

【００４８】

次に、原理モデル１を応用した実施形態に係る評価装置について説明する。これから説明する評価装置は、膜状体の製造工程に適用される。具体的には、当該評価装置は、膜状体を不図示の成形機から搬送する工程に適用され、搬送中の膜状体の特性を評価する。

【００４９】

［第１実施形態］

図８及び図９を参照しながら、第１実施形態に係る評価装置１Ａについて説明する。図８は、評価装置１Ａを示す斜視図である。図９は、評価装置１Ａを示す正面図であり、後述する導波板５Ａの近傍を拡大して示している。評価装置１Ａの構成のうち、原理モデル１の構成と同様の機能を有するものには同一の符号を付し、その説明を適宜省略する。

【００５０】

評価装置１Ａは、不図示の成形機によって成形された膜状体Ｍ１の光学的特性を評価し、それに基づいて膜状体Ｍ１に発生している不具合を検出する。膜状体Ｍ１は帯形状を呈し、成形機によってポリマーを架橋することによって成形されている。評価装置１Ａは、この膜状体Ｍ１においてポリマーが適切に架橋されていない部位の有無を検出する。

【００５１】

評価装置１Ａは、この膜状体Ｍ１を搬送する搬送装置に組み込まれる。評価装置１Ａは、発信部２と、受信部３と、導波板５Ａと、演算部７（図８参照）と、ローラ８と、入口側レンズ９１と、出口側レンズ９２を備えている。

【００５２】

ローラ８は、膜状体Ｍ１を搬送する機器である。ローラ８は略円柱形状を呈しており、図８に示される回転軸８１を中心として回転可能である。膜状体Ｍ１は、回転軸８１が延びる方向と幅方向が一致するように配置され、一側面がローラ８の外周面８３１と当接して支持される。

【００５３】

不図示のアクチュエータが駆動すると、ローラ８は当該アクチュエータから力を受け、矢印Ｒ１で示される方向に回転する。この回転に伴い、膜状体Ｍ１は、矢印Ａ４で示されるようにローラ８の外周面８３１を指向して進行する。膜状体Ｍ１は、外周面８３１に沿って折り返し、矢印Ａ５で示される方向に進行する。

【００５４】

図９に示されるように、ローラ８は、骨格部８２と、金属膜８３と、を有している。骨格部８２は、ローラ８の中央部に設けられ、略円柱形状のローラ８の骨格を成している。金属膜８３は、骨格部８２の外周部に設けられており、アルミニウムによって形成されている。ローラ８の外周面８３１でもある金属膜８３の表面は、研磨が施されることにより、凹凸が少ない滑らかな面となっている。これにより、後述するように外周面８３１において電磁波が反射する際の散乱が抑制される。

【００５５】

導波板５Ａは、板形状を呈する部材である。導波板５Ａは、アルミニウムによって形成されており、ローラ８の外周面８３１の一部に沿うように湾曲している。また、図９に示されるように、導波板５Ａは、外周面８３１と寸法ｄの隙間を隔てて対向している。当該隙間は導波路４０Ａに相当する。膜状体Ｍ１は、この導波路４０Ａに配置されている。発信部２及び受信部３は、ローラ８の周方向において、この導波路４０Ａを挟んで互いに対向するように配置されている。導波板５Ａは、ローラ８の金属膜８３とともに、前述した

原理モデル１の導波部材４と同等の機能を発揮する。

【００５６】

図９に示されるように、導波板５Ａは、その一側面に反射面５０Ａを有している。反射面５０Ａは、研磨が施されることにより、凹凸が少ない滑らかな面となっている。さらに、反射面５０Ａは、入口側テーパ部５１Ａ、中央部５２Ａ及び出口側テーパ部５３Ａを有している。

【００５７】

入口側テーパ部５１Ａは、中央部５２Ａよりも発信部２側に位置し、中央部５２Ａに連続する面である。入口側テーパ部５１Ａは、ローラ８の外周面８３１に向かって突出するように湾曲している。導波路４０Ａのうち、この入口側テーパ部５１Ａと外周面８３１との間に形成される部分は入口部４１Ａと称される。入口部４１Ａにおいて、入口側テーパ部５１Ａは、受信部３側に向かうにつれて外周面８３１に漸次近接するように形成されている。換言すれば、入口部４１Ａは、受信部３側に向かうにつれてその幅が漸次減少するように形成されている。

【００５８】

中央部５２Ａは、導波板５Ａの中央部に位置する面である。中央部５２Ａは、ローラ８の外周面８３１との間に寸法ｄの隙間を形成するように配置される。寸法ｄは、発信部２が発信する電磁波の波長よりも小さい。導波路４０Ａのうち、この中央部５２Ａと、外周面８３１との間に形成される部分は、中央部４２Ａと称される。

【００５９】

出口側テーパ部５３Ａは、中央部５２Ａよりも受信部３側に位置し、中央部５２Ａに連続する面である。出口側テーパ部５３Ａは、ローラ８の外周面８３１に向かって突出するように湾曲している。導波路４０Ａのうち、この出口側テーパ部５３Ａと外周面８３１との間に形成される部分は出口部４３Ａと称される。出口部４３Ａにおいて、出口側テーパ部５３Ａは、受信部３側に向かうにつれて外周面８３１に漸次近接するように形成されている。換言すれば、出口部４３は、受信部３側に向かうにつれてその幅が漸次増加するように形成されている。

【００６０】

入口側レンズ９１及び出口側レンズ９２は、電磁波を屈折させる素子である。入口側レンズ９１及び出口側レンズ９２は、一側面から入射させた電磁波を、収束又は発散させて他側面から出射させる。入口側レンズ９１は、発信部２と導波路４０Ａとの間に配置されている。入口側レンズ９１は、その平面が発信部２と対向するように配置されている。出口側レンズ９２は、導波路４０Ａと受信部３との間に配置されている。出口側レンズ９２は、その平面が受信部３と対向するように配置されている。

【００６１】

図９に示されるように、発信部２によって発信された電磁波は、まず、入口側レンズ９１の一側面に入射する。当該電磁波は、入口側レンズ９１を透過することにより、ローラ８の回転軸８１が延びる方向に発散し、他側面から出射する。これにより、電磁波は、膜状体Ｍ１の幅方向において広範囲に出射する。

【００６２】

入口側レンズ９１を透過した電磁波は、導波路４０Ａの入口部４１Ａに進入する。図９は、電磁波の進行方向を、矢印Ａ４によって模式的に示している。矢印Ａ４で示されるように、電磁波は、入口側テーパ部５１Ａとローラ８の外周面８３１とにおいて繰り返し反射することにより、ローラ８の径方向に往復する。

【００６３】

また、前述したように、入口側テーパ部５１Ａは導波路４０Ａに向かって突出するように湾曲している。このため、入口側テーパ部５１Ａは、受信部３を指向するように電磁波を反射させる。また、入口部４１Ａは、受信部３側に向かうにつれてその幅が漸次減少しているため、ローラ８の径方向における電磁波の移動距離は漸次小さくなる。この結果、電磁波は収束しながら導波路４０Ａの中央部４２Ａに向かって進行する。

【００６４】
電磁波は、ローラ８の径方向に往復することにより、ローラ８の外周面８３１に支持されている膜状体Ｍ１を、その厚さ方向に繰り返し透過する。詳細には、膜状体Ｍに達した電磁波の一部が膜状体Ｍによって吸収され、他部が膜状体Ｍを透過する。
【００６５】
入口部４１Ａを通過した電磁波は、次に、中央部４２Ａに進入する。前述したように、中央部４２Ａの寸法ｄは、電磁波の波長よりも小さい。しかしながら、前述した電磁波と自由電子との相互作用により、電磁波は、中央部４２Ａを進行することができる。
【００６６】
中央部４２Ａを通過した電磁波は、次に、出口部４３Ａに進入する。矢印Ａ４で示されるように、電磁波は、出口側テーパ部５３Ａとローラ８の外周面８３１とにおいて繰り返し反射することにより、ローラ８の径方向に往復する。
【００６７】
前述したように、出口側テーパ部５３Ａはローラ８の外周面８３１に向かって突出するように湾曲している。これにより、電磁波は、導波路４０Ａの終端において拡散することなく、出口部４３Ａを通過する。
【００６８】
出口部４３Ａを通過した電磁波は、次に、出口側レンズ９２の一側面に入射する。当該電磁波は、出口側レンズ９２を透過することによりローラ８の回転軸８１が延びる方向に収束し、他側面から出射する。当該電磁波は、出口側レンズ９２の他側面と対向するように配置されている受信部３によって受信される。
【００６９】
演算部７（図８参照）は、受信部３から電流波形を取得する。演算部７は、導波路４０Ａに膜状体Ｍ１が配置されている場合の電流波形と、配置されていない場合の電流波形と、差異に基づいて、膜状体Ｍ１の光学的特性を評価する。当該光学的特性に基づき、ポリマーが適切に架橋されていない部位が膜状体Ｍ１にあることを検出することができる。
【００７０】
このような評価装置１Ａの構成によれば、膜状体Ｍ１はローラ８の外周面８３１によって支持され、ローラ８の回転によって搬送される。評価装置１Ａは、このように搬送中の膜状体Ｍ１の特性を評価する。このため、例えば、成形後の膜状体Ｍ１をローラ８によって成形機から搬送する際等に、膜状体Ｍ１の特性を評価することができる。したがって、少ない手間で膜状体Ｍ１の特性を評価することが可能になる。
【００７１】
また、評価装置１Ａの構成によれば、発信部２が発した電磁波は、ローラ８の外周面８３１と、導波板５Ａの反射面５０Ａとの間で反射しながら受信部３に導かれる。このため、電磁波は、膜状体Ｍ１を厚さ方向に複数回透過する。この結果、膜状体Ｍ１における電磁波の透過距離を大きくし、膜状体Ｍ１の特性を精度よく評価することが可能になる。
【００７２】
また、ローラ８の外周面８３１、及び、導波板５Ａの反射面５０は、金属材料によって形成されている。この構成によれば、反射面５０Ａとローラ８の外周面８３１との間の寸法ｄが電磁波の波長よりも小さい場合であっても、電磁波は、反射面５０及び外周面８３１に存在する自由電子との相互作用により、導波路４０Ａを通過することが可能になる。この結果、導波路４０Ａに電磁波を収束させ、特性の評価精度を向上させることが可能になる。この構成は、発信部２が発信する電磁波が、他の電磁波と比較して波長が長いテラヘルツ波である場合に特に好適である。
【００７３】
また、反射面５０Ａは、発信部２側から受信部３側に向かって導波路４０Ａの幅を漸次減少させる入口側テーパ部５１Ａを有している。この構成によれば、発信部２から発信された電磁波を、入口側テーパ部５１Ａによって収束させながら受信部３側に導くことが可能になる。この結果、特性の評価精度をさらに高めることが可能になる。

【００７４】
また、入口側テーパ部５１Ａは、外周面８３１側に向かって突出するように湾曲している。この構成によれば、発信部２から発信された電磁波を、より受信部３側に指向させることができる。この結果、電磁波を高い効率で収束させ、特性の評価精度をさらに高めることが可能になる。
【００７５】
また、反射面５０Ａは、発信部２側から受信部３側に向かって導波路４０Ａの幅を漸次増加させる出口側テーパ部５３Ａを有している。この構成によれば、導波路４０Ａの終端における電磁波の回折を抑制し、導波路４０Ａを通過した電磁波を更に確実に受信部３に受信させることが可能になる。
【００７６】
また、評価装置１Ａは、発信部２と導波路４０Ａとの間に、発信部２が発信した電磁波を発散させる入口側レンズ９１を備えている。この構成によれば、電磁波を発散させることにより、膜状体Ｍ１の広範囲に電磁波を透過させることができる。したがって、膜状体Ｍ１の広範囲に亘って特性を評価することが可能になる。
【００７７】
また、評価装置１Ａは、導波路４０Ａと受信部３の間に、導波路４０Ａを通過した電磁波を収束させる出口側レンズ９２を備えている。この構成によれば、入口側レンズ９１を透過することによって発散し、導波路４０Ａを通過した電磁波を、受信部３に向かって収束させることが可能になる。これにより、膜状体Ｍ１の広範囲に電磁波を透過させながらも、当該電磁波を確実に受信部３に受信させることが可能になる。
【００７８】
［変形例］
図１０を参照しながら、第１実施形態の変形例に係る評価装置１Ｂについて説明する。図１０は、評価装置１Ｂを示す斜視図である。評価装置１Ｂの構成のうち、原理モデル１及び評価装置１Ａの構成と同様の機能を有するものには同一の符号を付し、その説明を適宜省略する。
【００７９】
評価装置１Ｂは、導波板５Ｂ１，５Ｂ２を備えている。導波板５Ｂ１，５Ｂ２は、アルミニウムによって形成されており、ローラ８の外周面８３１の一部に沿うように湾曲している。導波板５Ｂ１，５Ｂ２は、互いに独立しており、回転軸８１が延びる方向に隣り合うように配置されている。導波板５Ｂ１，５Ｂ２は、それぞれ外周面８３１と寸法ｄの隙間を隔てて対向している。当該隙間は、互いに独立した導波路となる。膜状体Ｍ１は、それぞれの導波路を横断するように配置されている。
【００８０】
また、評価装置１Ｂは、発信部２及び受信部３をそれぞれ２つ備えている（図１０では、１つの発信部２の図示が省略されている）。発信部２及び受信部３は、ローラ８の周方向において、各導波路を挟んで互いに対向するように配置されている。導波板５Ｂ１，５Ｂ２は、ローラ８の金属膜８３とともに、前述した原理モデル１の導波部材４と同等の機能を発揮する。
【００８１】
また、導波板５Ｂ１，５Ｂ２が形成する各導波路の端部には、入口側レンズ９１１，９１２と、出口側レンズ９２１，９２２と、が配置されている。詳細には、導波板５Ｂ１が形成する導波路を挟んで入口側レンズ９１１と出口側レンズ９２１とが対向配置され、導波板５Ｂ２が形成する導波路を挟んで入口側レンズ９１２と出口側レンズ９２２とが対向配置される。
【００８２】
このような評価装置１Ｂの構成によれば、２つの発信部２が発した電磁波は、それぞれ互いに異なる導波路を反射しながら進行するとともに、互いに異なる受信部３によって受信される。このため、回転軸８１が延びる方向において異なる部位ごとに、膜状体Ｍ１の

特性を評価することができる。したがって、膜状体Ｍ１に発生している不具合を検出する際等に、不具合が生じている箇所をより詳細に特定することが可能になる。

【００８３】

［第２実施形態］

図１１及び図１２を参照しながら、第２実施形態に係る評価装置１Ｃについて説明する。図１１は、評価装置１Ｃを示す斜視図である。図１２は、図１１のＸＩＩ－ＸＩＩ断面を示す断面図であり、導波板５Ｃの近傍を拡大して示している。評価装置１Ｃの構成のうち、原理モデル１及び評価装置１Ａ，１Ｂの構成と同様の機能を有するものには同一の符号を付し、その説明を適宜省略する。

【００８４】

評価装置１Ｃでは、ローラ８Ｃは、回転軸８１が延びる方向における両端部に、半径が漸次変化する部分を有している。詳細には、ローラ８Ｃの外周面８３１Ｃは、入口テーパ部６１Ｃと、出口側テーパ部６３Ｃと、を有しており、ローラ８Ｃは、その半径が入口テーパ部６１Ｃと、出口側テーパ部６３Ｃとにおいて変化するように構成されている。入口テーパ部６１Ｃ及び出口側テーパ部６３Ｃは、後述する導波路４０Ｃに向かって突出するように湾曲している。

【００８５】

また、発信部２及び受信部３は、ローラ８Ｃの回転軸８１が延びる方向に互いに離間して配置されている。また、図１２に示されるように、導波板５Ｃは、ローラ８Ｃの外周面８３１Ｃと寸法ｄの隙間を隔てて対向している。当該隙間は、導波路４０Ｃに相当し、回転軸８１が延びる方向が長手方向となるように形成されている。発信部２及び受信部３は、当該方向において、導波路４０Ｃを挟んで互いに対向するように配置されている。導波板５Ｃは、ローラ８Ｃの金属膜８３Ｃとともに、前述した原理モデル１の導波部材４と同等の機能を発揮する。

【００８６】

図１２に示されるように、導波板５Ｃは、その一側面に反射面５０Ｃを有している。さらに、反射面５０Ｃは、入口側テーパ部５１Ｃ、中央部５２Ｃ及び出口側テーパ部５３Ｃを有している。入口側テーパ部５１Ｃ、中央部５２Ｃ及び出口側テーパ部５３Ｃは、第１実施形態に係る入口側テーパ部５１Ａ、中央部５２Ａ及び出口側テーパ部５３Ａと同様に機能する。つまり、入口側テーパ部５１Ｃ、中央部５２Ｃ、出口側テーパ部５３Ｃは、ローラ８Ｃの外周面８３１Ｃとの間に、入口部４１Ｃ、中央部４２Ｃ、出口部４３Ｃを形成する。膜状体Ｍ１は、この導波路４０Ｃのうち、中央部４２Ｃのみに配置されている。

【００８７】

また、評価装置１Ｃは、入口側レンズ９３及び出口側レンズ９４を備えている。入口側レンズ９３は、発信部２と導波路４０Ｃとの間に配置されている。出口側レンズ９４は、導波路４０Ｃと受信部３との間に配置されている。

【００８８】

図１２に示されるように、発信部２によって発信された電磁波は、矢印Ａ５で示されるように、導波路４０Ｃの入口部４１Ｃに進入する。入口部４１Ｃは、中央部４２Ｃに向かうにつれてその幅が漸次減少しているため、ローラ８Ｃの径方向における電磁波の移動距離は漸次小さくなる。この結果、電磁波は収束しながら中央部４２Ｃに向かって進行する。

【００８９】

入口部４１Ｃを通過した電磁波は、次に、中央部４２Ｃに進入する。中央部４２Ｃの寸法ｄは、電磁波の波長よりも小さい。しかしながら、前述した自由電子の作用により、電磁波は、導波板５Ｃの反射面５０Ｃとローラ８Ｃの外周面８３１Ｃとにおいて繰り返し反射しながら、中央部４２Ｃを進行することが可能である。電磁波は、ローラ８Ｃの外周面８３１Ｃに支持されている膜状体Ｍ１を、その厚さ方向に繰り返し透過する。当該電磁波は、導波路４０Ｃを通過した後に受信部３によって受信される。

【００９０】

このように、評価装置１Ｃでは、発信部２及び受信部３は、回転軸８１が延びる方向において互いに離間して配置されている。この構成によれば、導波路４０Ｃに配置される膜状体Ｍ１の長さが安定しているため、特性の評価精度をさらに高めることが可能になる。

【００９１】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成同士を部分的に置換し又は組み合わせることが可能である。

【００９２】

上記実施形態では、アルミニウムによって形成された導波板５Ａ，５Ｂ１，５Ｂ２，５Ｃの一側面において電磁波を反射させている。しかしながら、本発明はこの形態に限定されない。例えば、導波板を樹脂材料等によって形成するとともに、ローラ８の外周面８３１と対向する面に、金属材料によって形成された別部材を配置したり、金属材料の被膜を形成したりしてもよい。この場合、当該別部材や被膜が反射面として機能する。

【００９３】

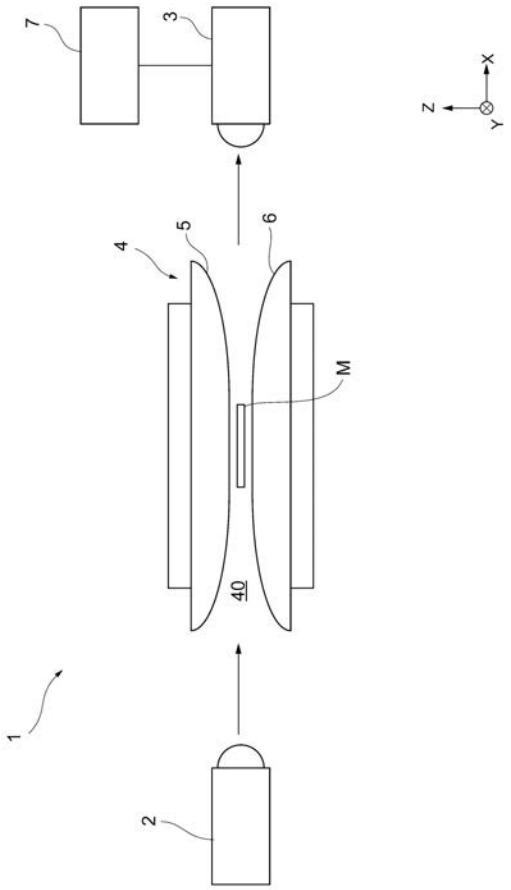
上記実施形態では、ローラ８の金属膜８３がアルミニウムによって形成されている。しかしながら、本発明はこの形態に限定されない。例えば、金属膜８３を、クロムメッキによって形成してもよい。この場合、アルミニウムによって形成した場合と比べて、膜状体Ｍ１との干渉による摩耗に対し、高い耐久性を発揮することが可能になる。

【符号の説明】

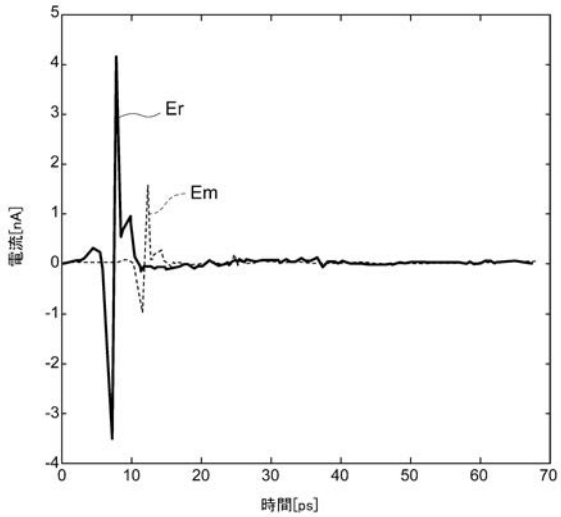
【００９４】

１Ａ，１Ｂ：評価装置
２：発信部
３：受信部
４：導波部材
４０，４０Ａ，４０Ｂ：導波路
５０，５０Ａ，５０Ｂ，６０：反射面
５１，５１Ａ，５１Ｂ，６１：入口側テーパ部
５３，５３Ａ，５３Ｂ，６３：出口側テーパ部
７：演算部
８：ローラ
８１：回転軸
８３１：外周面
９１，９３：入口側レンズ
９２，９４：出口側レンズ
Ｍ，Ｍ１：膜状体

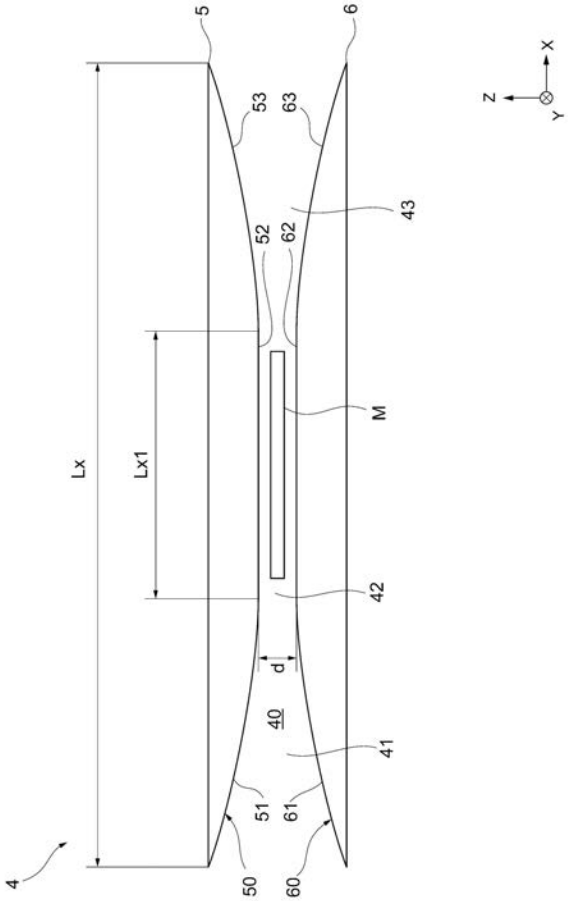
【図１】


7
3
X
Z
Y
4
5
6
M
40
1
2

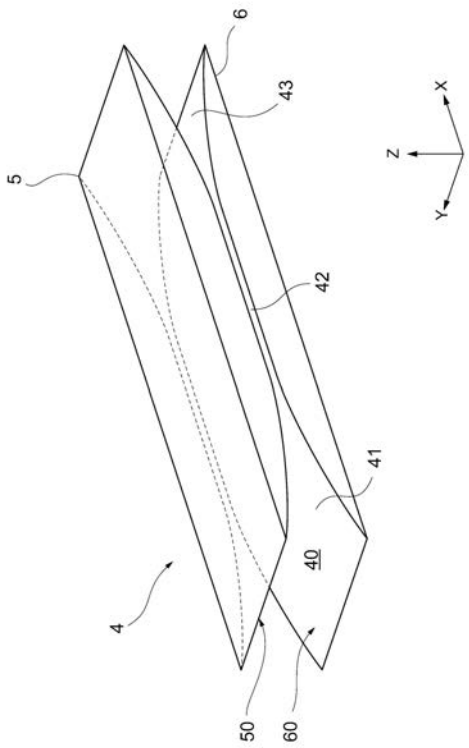
【図２】


Er
Em
電流[nA]
時間[ps]

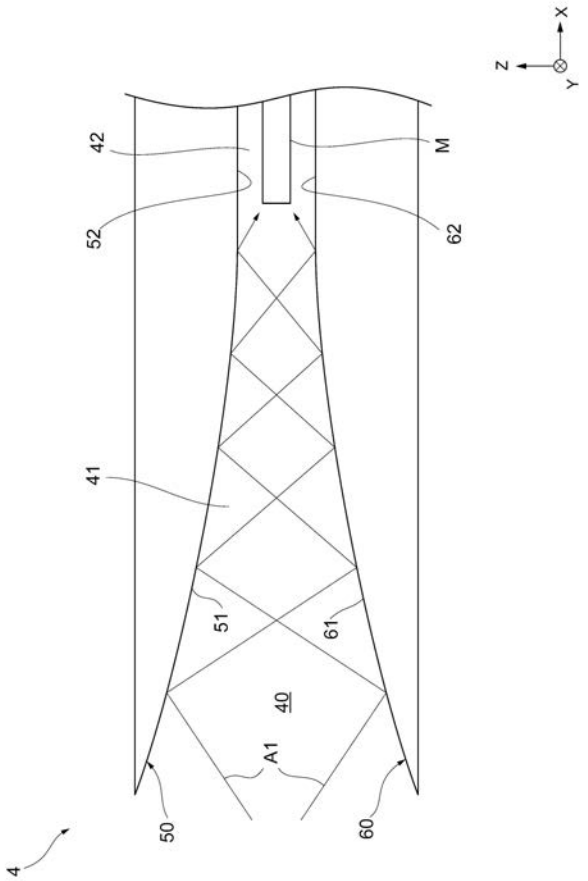
【図３】


5
6
53
63
43
52
62
M
Lx
Lx1
42
d
40
41
51
61
4
50
60
X
Z
Y

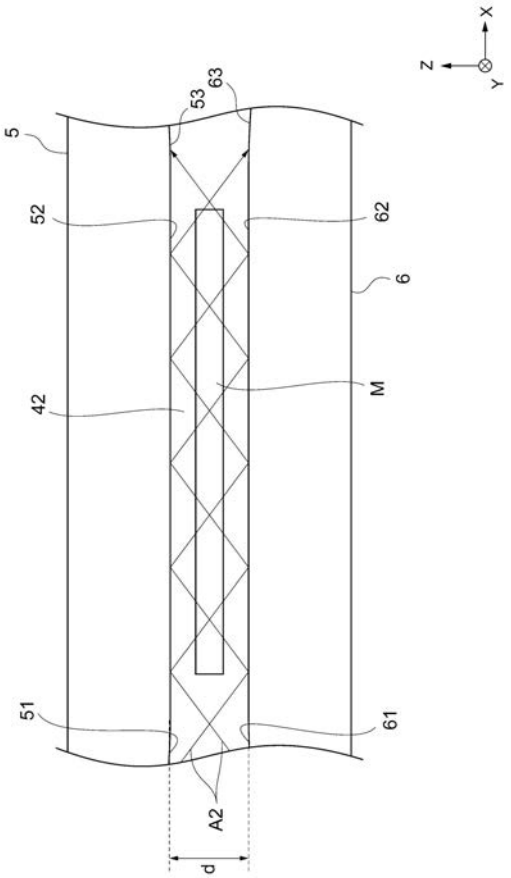
【図４】


6
43
5
X
Z
Y
42
41
40
4
50
60

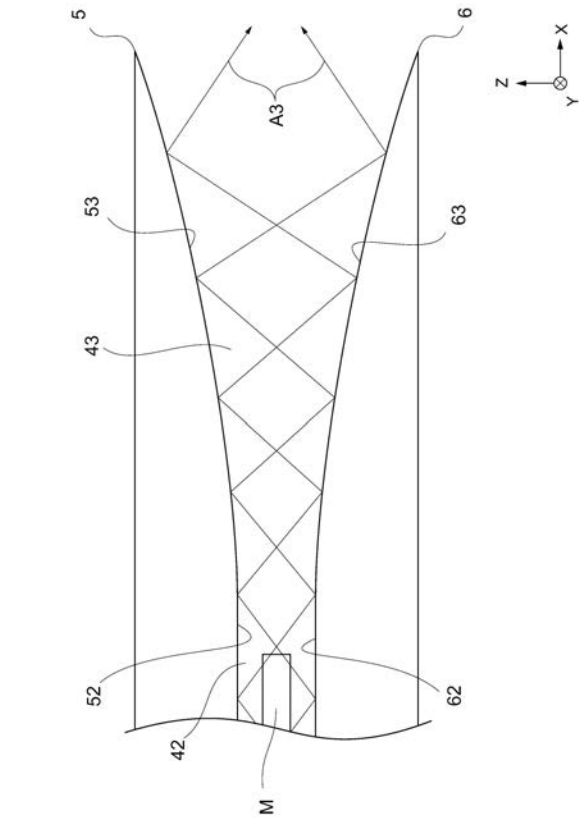
【図５】


X
Z
Y
42
M
52
62
41
51
61
40
A1
50
60
4

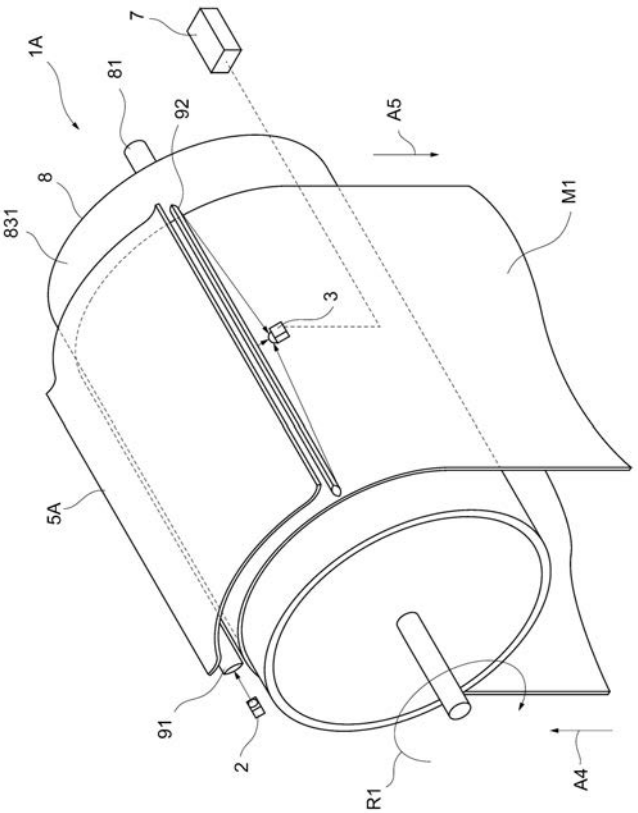
【図６】


X
Z
Y
5
53
63
52
62
6
42
M
51
61
A2
d

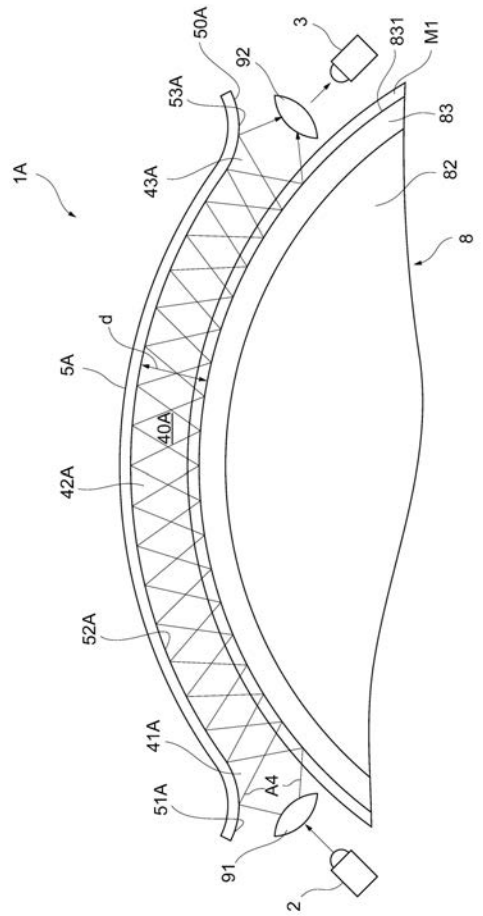
【図７】


X
Z
Y
5
6
A3
53
63
43
52
62
42
M

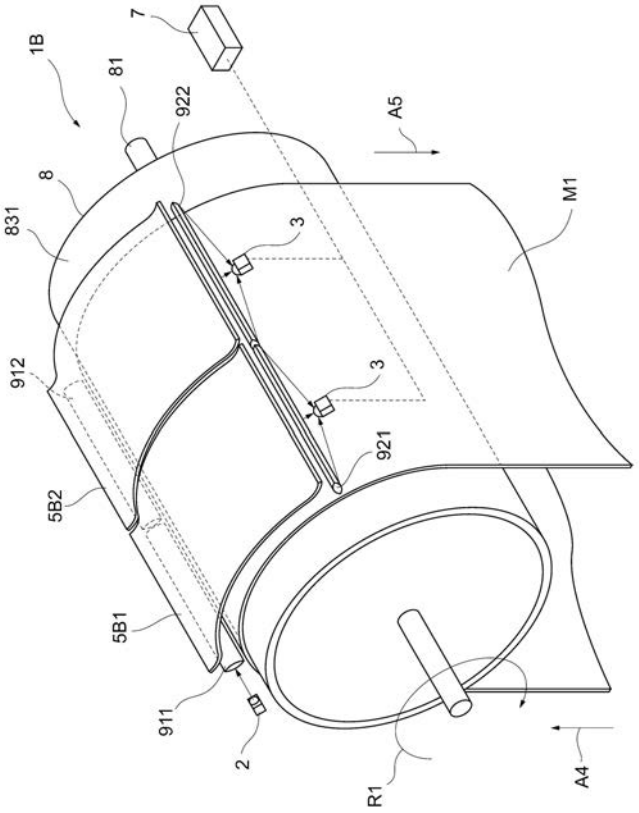
【図８】


7
1A
81
92
A5
8
831
M1
3
5A
91
2
R1
A4

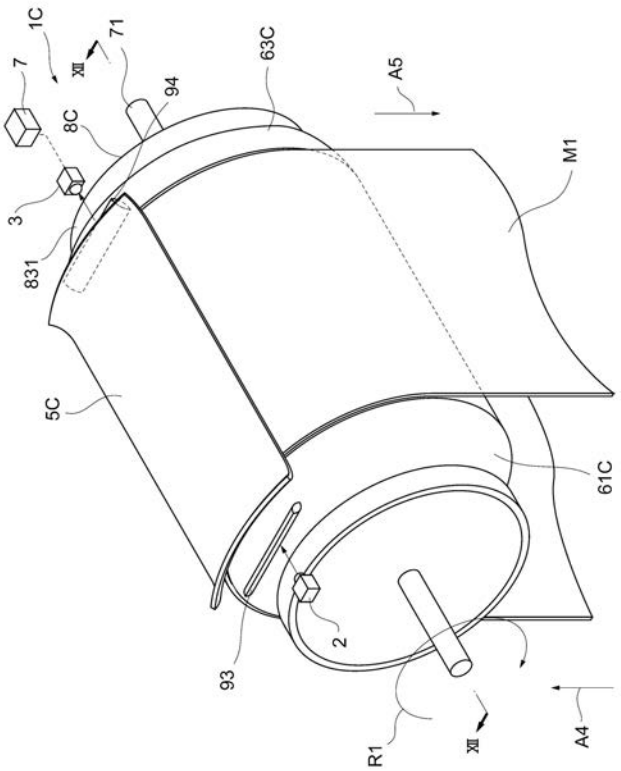
【図９】



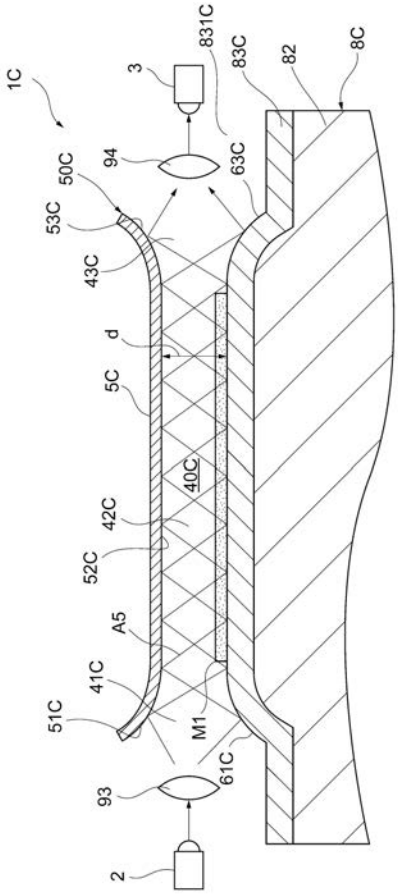
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(72)発明者　射庭　彩人
東京都千代田区神田神保町一丁目１０５番地　旭化成株式会社内

Ｆターム(参考) 2G059 AA02 BB10 DD12 EE01 EE12 GG01 HH01 JJ01 JJ11 JJ14
JJ17 KK01 LL03 MM01