

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6162028号
(P6162028)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 M 11/00 (2006.01)

G O 1 M 11/00

Q

G O 1 M 11/02 (2006.01)

G O 1 M 11/02

J

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2013-238489 (P2013-238489)
 (22) 出願日 平成25年11月19日(2013.11.19)
 (65) 公開番号 特開2015-99066 (P2015-99066A)
 (43) 公開日 平成27年5月28日(2015.5.28)
 審査請求日 平成28年10月3日(2016.10.3)

(73) 特許権者 000227995
 タイコエレクトロニクスジャパン合同会社
 神奈川県川崎市高津区久本3丁目5番8号
 (74) 代理人 100100077
 弁理士 大場 充
 (74) 代理人 100136010
 弁理士 堀川 美夕紀
 (72) 発明者 小林 茂
 神奈川県川崎市高津区久本3丁目5番8号
 タイコエレクトロニクスジャパン合同会社
 社内
 審査官 小野寺 麻美子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学特性の測定用機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定光を出射する光源と、
 一端側と他端側を備え、前記測定光が前記一端側から入射される光ファイバと、
 前記光ファイバの前記他端側に接続され、前記測定光を出射する出射端と、を備え、
 前記光ファイバの定常モード励振による挿入損失 L に対応する挿入損失 L が得られる開口数 NA の前記測定光が前記光ファイバに入射される、
 ことを特徴とする光学特性の測定用機器。

【請求項 2】

前記開口数 NA は、
 前記挿入損失 L が、前記挿入損失 L と一致するか、又は、前記挿入損失 L に所定のマージンを加えた範囲に含まれる、
 請求項 1 に記載の光学特性の測定用機器。

【請求項 3】

前記光ファイバは、
 前記開口数 NA の前記測定光が前記光ファイバに入射されると、
 前記定常モード励振による光の分布状態と同等の光の分布状態が実現される、
 請求項 1 に記載の光学特性の測定用機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

【 0 0 0 1 】

本発明は、光コネクタに代表される光ファイバ部品の光学特性を測定するのに好適な機器に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

光ファイバは、複数のモードを通すマルチモード光ファイバ (Multi mode optical fiber) と、単一のモードのみを通すシングルモード光ファイバ (Single mode optical fiber) とに区分される。マルチモード光ファイバは、コア内の屈折率分布が一様であるステップインデックス (S I) 型光ファイバと、コア内の屈折率分布がゆるやかに変化したグレーデッドインデックス (G I) 型光ファイバに区分される。

10

【 0 0 0 3 】

S I 型光ファイバは、産業分野や自動車分野で広く使われている。

S I 型光ファイバを含め、マルチモード光ファイバそのものの挿入損失の試験方法について、JIS C 6823で規定されている。しかし、この損失試験方法は、特許文献 1 にも開示されるように、十分に長い光ファイバを使うことを前提としているが、流通している光ファイバではこの前提を満足することが容易ではない。

【 0 0 0 4 】

一方で、光ファイバを含む光伝送路を構成するのに必要な光ファイバ部品、例えば光コネクタについても、光ファイバと同様に挿入損失を含めた光学的特性を測定する必要がある。S I 型光ファイバに用いられる光コネクタの挿入損失については、JIS C 5961に規定されている。しかし、JIS C 5961に準拠して測定しても、測定する毎に結果が異なることがあり、測定結果に再現性が得られないことが往々にして生じていた。測定は、通常、光コネクタに接続された光ファイバに測定光を入射して行なわれるが、測定する度に様々な要因で光ファイバ内の光分布の状態が必ずしも同じにならないことが原因である。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 4 6 9 7 3 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 0 6 】

光ファイバ内の光分布状態を安定にするためには、測定時に定常モード励振を適用すればよく、そうすると測定結果の再現性が得られる。しかし、これを実現するためには、やはり十分に長い光ファイバが必要になる。一例として、プラスチッククラッドマルチモード光ファイバであれば、2 km以上の長さが必要になる。しかし、市販されている光ファイバは長くても数百 m 程度であるから、定常モード励振による測定を行なうことは、事実上は困難である。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、長大な光ファイバを用いることなく、挿入損失の測定結果を再現性よく得ることのできる光学特性の測定用機器を提供することを目的とする。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

かかる目的のもと、本発明の光学特性の測定用機器は、測定光を出射する光源と、一端側と他端側を備え、測定光が一端側から入射される光ファイバと、光ファイバの他端側に接続される出射端と、を備え、光ファイバの定常モード励振による挿入損失 L に対応する挿入損失 L が得られる開口数 NA の測定光が光ファイバに入射されることを特徴とする。

本発明者らの検討によると、ランチコネクタにおける挿入損失 L が測定光 (入射光) の NA (開口数) と比例関係にある。そこで、この特性を利用して、定常モード励振によ

50

る挿入損失 L と一致する挿入損失 L が得られる NA を使えば、定常モード励振による光の分布状態を光ファイバに再現できるであろうことに本発明者らは着目した。

【 0 0 0 9 】

本発明の測定用機器において、開口数 NA は、挿入損失 L が挿入損失 L と一致することが、定常モード励振による光の分布状態を光ファイバに再現する上では最も望ましい。しかし、ばらつきを考慮して、例えば $\pm 15\%$ というマージンを設け、その範囲で開口数 NA を設定してもよい。

【 0 0 1 0 】

以上の本発明の測定用機器は、測定に供される際に、開口数 NA の測定光が光ファイバに入射されると、定常モード励振による光の分布状態と同等の挿入損失 L を測定することができ、光の分布状態を光ファイバに再現できる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明の測定機器によれば、長大な光ファイバを用いることなく、定常モード励振による光の分布状態と同等の挿入損失 L を測定することができる光の分布状態を光ファイバに再現できるので、光学特性、挿入損失の測定結果を再現性よく得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本実施形態における測定用機器を示し、(a) はその概略構成を示し、(b) , (c) は挿入損失の測定手順の概要を示している。

20

【図 2】本実施形態における測定用機器の変形例を示す。

【図 3】入射光の NA とランチコネクタにおける挿入損失 L が比例関係にあることを示す実験結果である。

【図 4】各々の光ファイバの定常モード励振による挿入損失、入射光の NA とランチコネクタにおける挿入損失の関係の例を示すグラフである。

【図 5】図 4 の例を測定用機器の構成上に表している図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

本実施形態に係る光ファイバ部品の光学特性の測定用機器 1 は、図 1 に示すように、光源モジュール 2 と、光源モジュール 2 に一端側が接続される光ファイバ 7 と、光ファイバ 7 の他端側が接続されるランチコネクタ 9 とから構成される。測定用機器 1 は、図 1 (c) に示すように、ランチコネクタ 9 に測定対象となる光コネクタ 10 を装着した状態で、光源モジュール 2 から光コネクタ 10 に向けて測定光 DL を照射して、光コネクタ 10 を通過する測定光 DL の強度 P_1 を測定する。一方で、図 1 (b) に示すように、光コネクタ 10 を装着しない測定用機器 1 の単体の状態で、ランチコネクタ 9 から出射される測定光 DL の強度 P_0 を測定しておく。測定された強度 P_1 と強度 P_0 から、光コネクタ 10 の挿入損失の測定結果を得ることができる。測定光 DL の強度 P_0 , P_1 は、図 1 に示すように、光パワーメータ 11 により測定する。光パワーメータ 11 は、その測定原理として、熱変換型または光電変換型が一般的に用いられているが、いずれを用いてもかまわない。

30

40

【 0 0 1 4 】

光源モジュール 2 は、光源 3 と、光源 3 から出射される測定光 DL を効率よく導く光学系 4 と、光ファイバ 7 の一端側が固定された例えばフェルル 5 と、から構成される。

光源 3 は、安定化光源としてのレーザーダイオード、発光ダイオードを用いることができるが、これに限定されず、ハロゲンランプ等を使用した白色光源を用いることもできる。光学系 4 は、具体的には、単数又は複数の光学レンズからなる。

【 0 0 1 5 】

測定用機器 1 のランチコネクタ 9 から出射される測定光 DL を用いて挿入損失 L を実際に測定した。光ファイバ 7 には、長さ 1 m、コア径 / クラッド径 = 200 μm / 230

50

μm 、開口数 (NA : Numerical Aperture) = 0.37 のハードポリマークラッドファイバを用いた。また、光源 3 からは、NA を 0.05 ~ 0.60 の範囲で変動させた光を光ファイバ 7 に入射させた。この入射光としては、ガウシアンビームを用いることができる。一方で、同じ仕様でかつ長さが 2 km の光ファイバを用いて定常励振モードを作り出して、当該光ファイバ 7 の挿入損失 L を測定した。その結果を表 1 に示し、さらに表 1 の結果を直線近似にて解析した結果を図 3 に示す。

【 0 0 1 6 】

【表 1】

入射ガウシアンビーム NA	挿入損失 (dB)
0.05	0.37
0.1	0.63
0.2	0.59
0.3	0.77
0.4	0.98
0.5	1.15
0.6	1.25
定常モード励振	1.04

10

20

【 0 0 1 7 】

表 1 及び図 3 に示すように、入射光の NA に対して挿入損失 L がよく直線に乗ることがわかる。また、挿入損失 L の結果と定常モード励振による挿入損失 L ($= 1.04$) とを対比すると、入射光の NA を 0.45 程度にすることにより、挿入損失 L を定常モード励振による挿入損失 L に一致又は近似させることができる。つまり、入射光の NA を調整することにより、定常モード励振による光と同等の光分布の状態を再現することができる。

30

この実験例の場合には、光ファイバの NA 0.37 に対して、1.2 倍の NA (0.45) の光を測定用機器 1 により入射すればよい。挿入損失に対するばらつきを考慮して、光の NA を定めることができる。例えば、ばらつきに基づくマージンを $\pm 15\%$ にすると、光ファイバの NA に対して、0.95 ~ 1.5 倍の NA の光を用いてコネクタ損失を測定すればよい。

【 0 0 1 8 】

以上の結果に基づいて、測定用機器 1 を作製する手順を説明する。

40

[定常モード励振による挿入損失 L 測定]

はじめに、適用される光ファイバ 7 について、定常モード励振による挿入損失 (L) を取得する。定常モード励振は、既知であればその値を用いればよいし、新たに挿入損失を取得するための試験を行ってもよい。なお、上述した光ファイバ 7 の他の仕様を取得しておく。

光ファイバ 7 には多く種類が存在し規格化されているので、測定用機器 1 に適用され得る光ファイバ 7 の種類に対応して、定常モード励振による挿入損失 L を取得しておく。仮に、「光ファイバ X」、「光ファイバ Y」、「光ファイバ Z」... という規格の光ファイバ 7 を測定用機器 1 に適用するものとすれば、図 4 に示すように、測定用機器 1 に適用される光ファイバ 7 の種類 (X, Y, Z ...) ごとに定常モード励振による挿入損失 L

50

を取得する。

【 0 0 1 9 】

[測定用機器 1 における挿入損失 L の測定]

次に、光ファイバ 7、ランチコネクタ 9 を含む測定用機器 1 を用いて挿入損失を測定する。この測定は、光ファイバ 7 の種類ごとに、光ファイバ 7 に入射する光の NA を変えて行なわれる。こうして、図 4 に示すように、光ファイバ 7 の種類ごとに、光の NA と挿入損失が対応する測定データ (L) を得ることができる。

【 0 0 2 0 】

[入射光の特定]

次に、挿入損失 L を挿入損失の測定データ L に照合することで、測定用機器 1 において定常モード励振による光と同等の光分布の状態を再現できる入射光の NA を特定する。図 4 の例は、光ファイバ X の 0.43、光ファイバ X が 0.36、光ファイバ Y が 0.58 という NA を採用すると、測定用機器 1 において、対応する種類の光ファイバ 7 を用いたときに、定常モード励振による光と同等の光分布の状態を再現できることを示している。なお、定常モード励振による光と同等の光分布の状態を再現できる NA を、以下、再現 NA と称する。

再現 NA は、光ファイバ X の場合に 0.43 に限らず、ばらつきを考慮して定めることができるのは、上述の通りである。

【 0 0 2 1 】

[測定用機器 1 の作製]

再現 NA が得られたならば、測定用機器 1 の入射光を再現 NA になるように調整する。例えば、図 5 に示すように、光ファイバ X を光ファイバ 7 として用いる測定用機器 1 であれば、入射光の NA を 0.43 にし、同様に、光ファイバ Y を用いる測定用機器 1 の入射光の NA を 0.36 に、光ファイバ X を用いる測定用機器 1 の入射光の NA を 0.58 にする。

【 0 0 2 2 】

NA は、物体（本実施形態では光源 3）から対物レンズ（本実施形態では光学系 4）に入射する光線の光軸に対する最大角度を、物体と対物レンズの間の媒質の屈折率 n （空気、 $n = 1$ ）として、次の式（1）で与えられる。したがって、入射光の NA を調整するには、この式（1）に基づいて、光源 3 及び光学系 4 の調整を行えばよい。

$$NA = n \cdot \sin \theta \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 3 】

[測定用機器 1 の構成]

以上の手順で作製された測定用機器 1 は、以下の要件を備える。

つまり、測定用機器 1 は、定常モード励振による光ファイバ 7 の挿入損失 L に対応する挿入損失 L が得られる NA の光が、光ファイバ 7 に入射されるように構成され、この構成により、測定用機器 1 は定常モード励振による光と同等の光分布の状態を再現することができる。したがって、本実施形態の測定用機器 1 によれば、長大な光ファイバを用いることなく、挿入損失の測定結果を再現性よく得ることができる。

【 0 0 2 4 】

以上、本発明を実施形態に基づいて説明したが、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更することが可能である。

測定対象は光コネクタに限るものでなく、光学的な特性の測定が必要な光ファイバに関する種々の部品、例えば、分岐器、合流器、分波合波器および S I 型の埋め込み導波路などを測定の対象にすることができる。これら光部品が用いられる分野も限定されず、産業分野、自動車分野、航空宇宙分野など、種々の分野に適用できる。

【 0 0 2 5 】

また、上述の形態では挿入損失を光学的特性の測定対象としたが、本発明はこれに限らない。本発明は、短い長さの光ファイバを用いても、定常モード励振による光と同等の光分布の状態を再現できるところに特徴を有しており、この特徴を利用して測定できる光学

10

20

30

40

50

特性、例えば、反射減衰量などを測定することができる。

【 0 0 2 6 】

また、例えば図 2 (a) に示すように、図 1 の固定式のフェルール 5 に代えて、光源モジュール 2 に対して着脱可能なプラグ 6 を用いることができる。このプラグ 6 には、他端にランチコネクタ 9 が接続されている。これにより、光源モジュール 2 に対して、異なる光ファイバ 7 を接続して測定することができる。

また、図 2 (b) に示すように、光ファイバ 7 の途中に励振器 8 を設けることができる。励振器 8 を用いることにより、光ファイバ 7 中の光の状態を所望の分布形状に整えることができるので、測定結果をより安定して得ることができる。また、励振器 8 の他に、測定に不要な光を除外するモードフィルタを光ファイバ 7 の途中に設けることもできる。

10

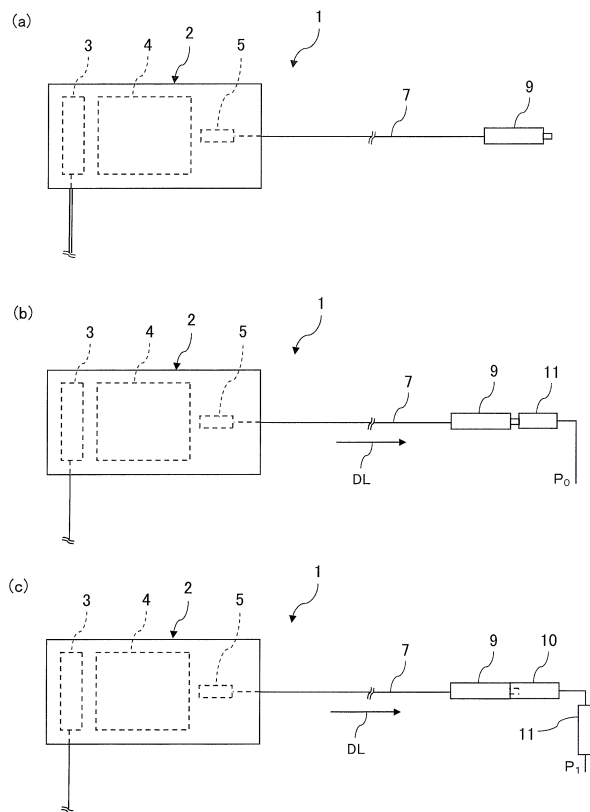
【 符号の説明 】

【 0 0 2 7 】

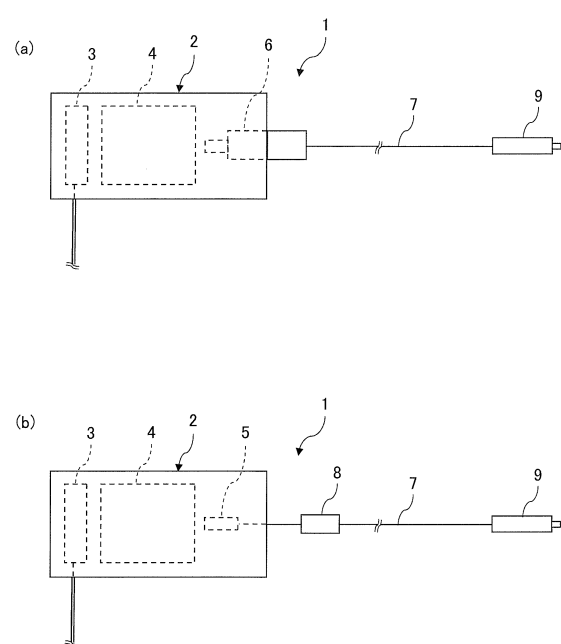
- 1 測定用機器
- 2 光源モジュール
- 3 光源
- 4 光学系
- 5 フェルール
- 6 プラグ
- 7 光ファイバ
- 8 励振器
- 9 ランチコネクタ
- 10 光コネクタ (測定対象)
- 11 光パワーメータ

20

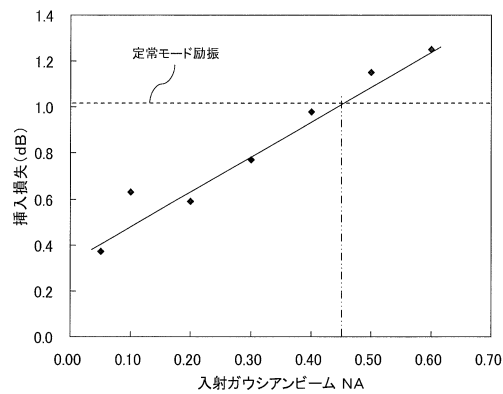
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



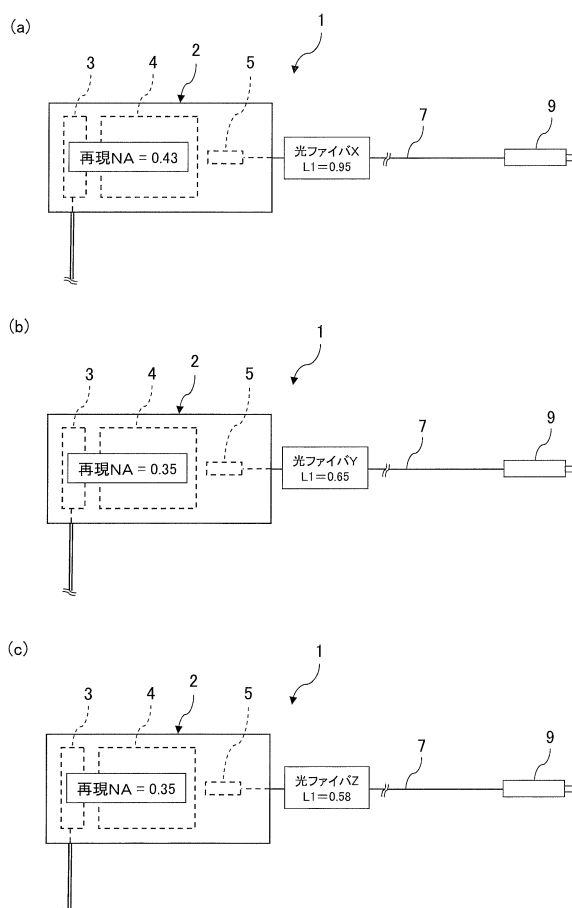
【 図 4 】

光ファイバ X	
入射ガウシアンビーム NA	挿入損失 (dB)
0.05	0.3
0.1	0.52
0.2	0.5
0.3	0.72
0.4	0.85
0.5	1.12
0.6	1.15
定常モード励振	0.95
定常モード励振対応 NA	0.43

光ファイバ Y	
入射ガウシアンビーム NA	挿入損失 (dB)
0.05	0.25
0.1	0.30
0.2	0.52
0.3	0.60
0.4	0.75
0.5	0.85
0.6	0.95
定常モード励振	0.65
定常モード励振対応 NA	0.35

光ファイバ Z	
入射ガウシアンビーム NA	挿入損失 (dB)
0.05	0.45
0.1	0.55
0.2	0.65
0.3	0.75
0.4	0.9
0.5	1.25
0.6	1.35
定常モード励振	1.25
定常モード励振対応 NA	0.58

【圖 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-57492(JP,A)
特開2007-46973(JP,A)
特開2006-38647(JP,A)
特開平6-186460(JP,A)
特開平5-40074(JP,A)
実開平5-30751(JP,U)
特開昭60-127443(JP,A)
特開昭57-116234(JP,A)
特開昭54-101336(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 11/00

G01M 11/02