

光導波路を用いた光配線板の 寸法測定方法

JPCA-PE02-05-02S-2008

本 J P C A 規格には、産業財産権の対象となるものが含まれている可能性があることに注意が必要である。
J P C A 規格の発行者は、このような産業財産権の一部又は全部を特定する責任を負うものではない。

光電子回路実装標準化推進委員会

(順不同・敬称略)

委員	長	中野義昭	東京大学
幹事		高原秀行	NTTアドバンステクノロジー(株)
書記		柴田明一	(株)日本電子回路工業会
委員		有島功一	NTTエレクトロニクス(株)
〃		池上嘉一	古河電気工業(株)
〃		茨木修	(株)エレクトロニクス実装学会
〃		海津勝美	三和電気工業(株)
〃		熊井晃一	凸版印刷(株)
〃		柳町成行	日本電気(株)
〃		佐藤俊哉	日本電信電話(株)
〃		塩田剛史	三井化学(株)
〃		辻伸二	(株)日立製作所
〃		中川進	ヒロセ電機(株)
〃		東浦健一	アイカ工業(株)
〃		布施憲一	InterFusion
〃		舟田雅夫	富士ゼロックス(株)
〃		若園芳嗣	イビデン(株)
リジョン委員		梅垣淳一	(株)電子情報技術産業協会 実装技術標準化専門委員会 日本電気(株)
オブザーバ		平野隆之	(財)光産業技術振興協会
事務局		栗原正英	(株)日本電子回路工業会
〃		小泉徹	(株)日本電子回路工業会
〃		小幡高史	(株)日本電子回路工業会
〃		山本貴啓	(株)日本電子回路工業会

光配線板WG／高分子導波路リジッド光配線板SWG

〃／高分子導波路フレキシブル光配線板SWG

(順不同・敬称略)

光配線板WG	リター	塩田剛史	三井化学(株)
リジッドSWG	リター	熊井晃一	凸版印刷(株) (規格改正task G リター)
フレキシブルSWG	リター	坪英一	富士ゼロックス(株)
委員		宇野圭輔	オムロン(株)
〃		岡田純二	富士ゼロックス(株)
〃		木村直樹	(株)フジクラ
〃		小林潤也	日本電信電話(株)
〃		武信省太郎	旭硝子(株) (規格改正task G リター)
〃		田尻浩三	(株)日本触媒
〃		長木浩司	住友ベークライト(株)
〃		津島宏	日本ペイント(株)
〃		中芝徹	松下電工(株)
〃		七井秀寿	セントラル硝子(株)
〃		南村清之	(株)カネカ
〃		橋口裕一	JSR(株)
〃		平野光樹	日立電線(株)
〃		松岡康信	(株)日立製作所

制定・改正：改正：平成20年6月

作成者：社団法人日本電子回路工業会（会長 安東 脩二）

この規格についてのご意見又はご質問は、(株)日本電子回路工業会（〒167-0042 東京都杉並区西荻北3-12-2 回路会館2階）Tel 03-5310-2020, Fax 03-5310-2021, e-mail : std@jpca.orgへ連絡して下さい。

J P C A 規格

光導波路を用いた光配線板の
寸法測定方法

JPCA-PE02-05-02S

Measurement methods for dimensions of optical boards using optical waveguides

1. 適用範囲 (Scope) この規格は、光導波路を用いた光配線板の寸法（光伝送媒体である光導波路のコア形状や、光入出力座標、外形寸法、層厚、ミラー、ホール等の構造物の寸法、光配線ピッチ及び光配線長）の測定方法について規定する。

2. 引用規格 (Normative references) この規格の引用規格を、次に示す。

- JIS C 60068-1 環境試験方法—電気・電子—通則
 JIS C 6820 光ファイバ通則
 JIS C 6822 マルチモード光ファイバ構造パラメータ試験方法
 JIS C 6471 フレキシブルプリント配線板用銅張積層板試験方法
 JIS C 6481 プリント配線板用銅張積層板試験方法
 JIS B 7502 マイクロメータ
 JIS B 7450 デジタルスケール

3. 用語 (Terms and Definition)

光配線 パターン形成された媒体からなる光信号の伝送路を指す。空間伝送のように伝送媒体がパターン形成されていないものは除外する。

4. 測定項目と測定方法 測定項目と測定方法を表4-1に示す。また、推奨測定方法を○で示す。複数の推奨測定方法がある場合、求める測定精度に応じて測定方法を選択する。

表4-1 測定項目と測定方法

測定項目	光学顕微鏡	NFP測定装置	共焦点顕微鏡	マイクロメータ	ファイバ調芯機	リフレクトメータ	走査型レーザー顕微鏡
コア形状	○	○					
光入出力座標	○	○			○		
光入出力部の外形寸法	○	○					
光配線板の外形寸法	○						
層厚	○			○			
ミラー	○		○				
ホール	○						○
光配線ピッチ	○	○			○		
光配線長						○	

5. **測定状態** 測定は、規定がない限り、JIS C 60068-1の5.3 [測定及び試験のための標準大気条件（標準状態）] に規定の標準状態の下で行う。ただし、標準状態で測定することが困難な場合は、判定に疑義を生じない限り、標準状態以外で測定を行っても良い。

6. 測定

6.1 **コア形状** コア形状とは、コアとクラッドの境界からなる任意の形状を、直線もしくは曲線で外挿あるいは近似して得られる形状のことをいう。外挿あるいは近似して得られるコア形状の例を図6.1-1に示す。

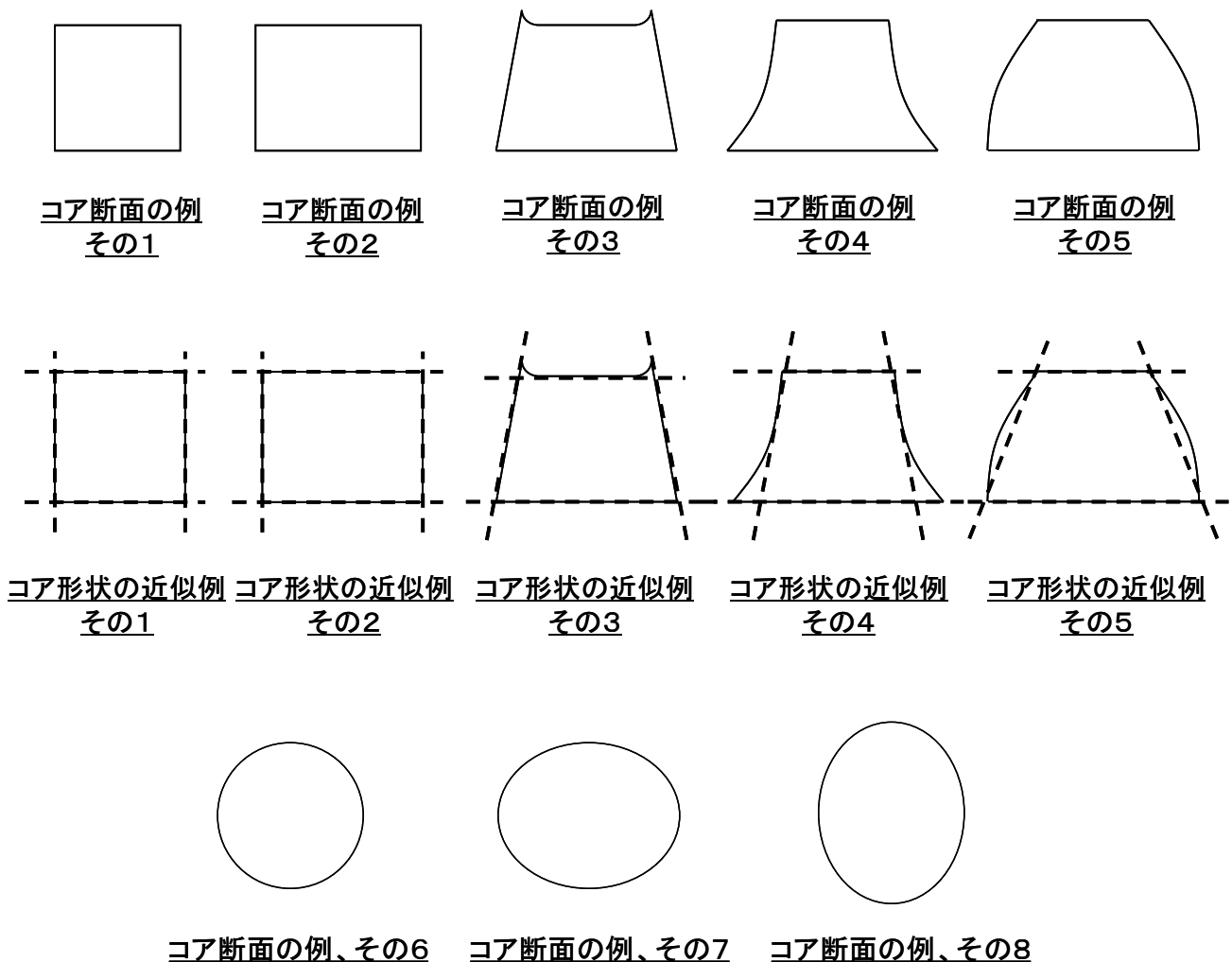
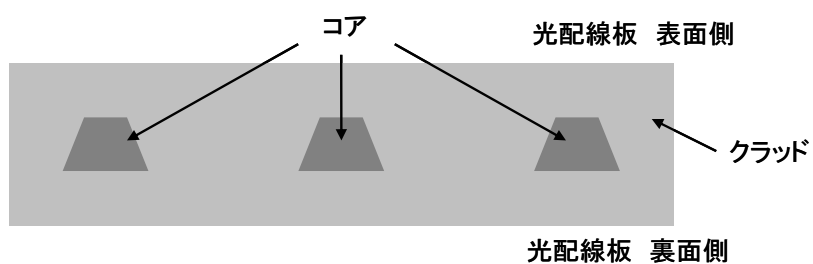


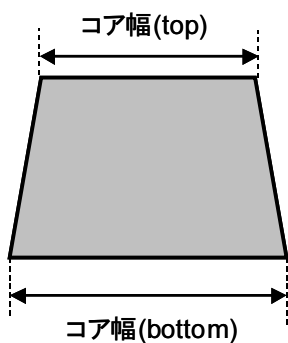
図6.1-1 コア形状の例（近似形状の取り方の例）

6.1.1 **測定対象** コア形状は、以下の6つの構造パラメータからなる。各項目はコア形状が四角形近似の場合を規定する。コア形状が円形近似の場合、JIS C 6822（マルチモード光ファイバ構造パラメータ試験方法）に準拠して形状を決定する。

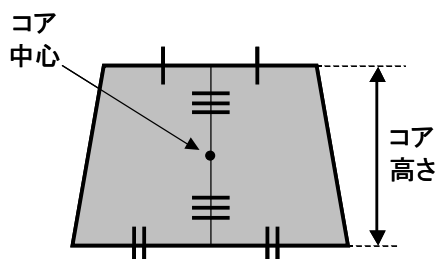
- (1) コア幅 (top) 光配線板の任意の面を表面側とし、コア形状の上底の水平方向成分をコア幅 (top) とする。
- (2) コア幅 (bottom) 光配線板の任意の面を裏面側とし、コア形状の下底の水平方向成分をコア幅 (bottom) とする。
- (3) コア高さ コア形状の垂直方向最大成分をコア高さとする。
- (4) コア中心 コア形状の4頂点座標の中心を、コア中心とすることができる。
より正確には、コア形状を画像解析し、その面積重心をコア中心とすることが望ましい。
- (5) コア内径 前記コア中心を中心とし、コア中心から最近辺までの距離を半径とした円の直径をコア内径とする。
- (6) コア外径 前記コア中心を中心とし、コア中心から最遠頂点までの距離を半径とした円の直径をコア外径とする。



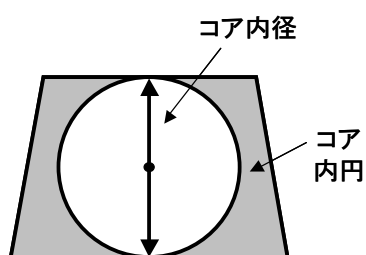
光配線板 表裏面の一例



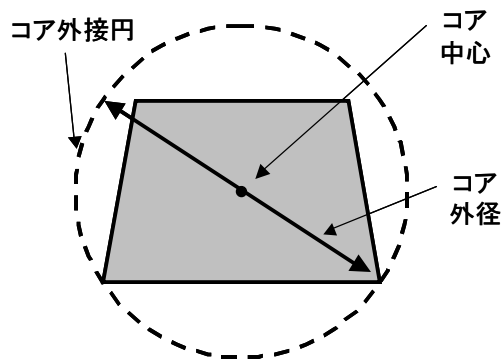
コア幅の一例



コア高さ及びコア中心の一例



コア内径の一例



コア外径の一例

図6. 1. 1-1 コア形状と測定ポイント

6.1.2 算出方法 コア形状は、次の方法で算出する。

a) コア／クラッド境界の決定 コアとクラッドの境界が観察系により確認できる場合、同境界をコア／クラッド境界とする。光学顕微鏡の透過光もしくは反射光により、同境界のコントラスト差を増幅することが望ましい。

また、NFP (Near Field Pattern) 法 [JIS C 6822 (マルチモード光ファイバ構造パラメータ試験方法) もしくは Annex A. 10.1 NFP法 参照] によりフィールドパターンからコア／クラッド境界を決定することもできる。

b) コア形状の算出 コア形状は、6.1.1を参照しながら算出する。

6.2 光入出力座標 光入出力座標とは、光配線板の光入出力ポート（光端子とも呼ぶ）の位置（座標）情報のことをいう。

6.2.1 測定対象

6.2.1.1 光入出力ポート及びその座標 光配線板における光入出力ポートとは、光導波路（コア）の切断面（端面）がそのまま入出力ポートとなるもの（以下、端面光入出力型という。）と、ミラー等の光路変換器によって導波光が基板表面に出し入れされるもの（以下、表面光入出力型という。）に大別される。これらが混在したものも存在する。

前者（図6.2.1.1-1）において、光入出力ポートは光配線板の端面でのコア形状と同義と定義され、その座標は前項「6.1 コア形状」で定義される「コア中心」で表されるものとする。

後者（図6.2.1.1-2）において、光入出力ポートは、光配線板を上方から観察したときの、ミラー等の光路変換器面形状（コア形状の投影像）とする。厚み方向の位置は、その位置における光配線板の最上面とする。その座標は前項「6.1 コア形状」で定義される「コア中心」と同様に算出した光路変換器面形状（コア形状投影像）中心で表されるものとする。ただし、正確には、光入出力座標は光配線板最上面での光分布形状の中心となる。しかしながら、この形状の測定は困難である場合が多いため、上述の形状と近似した。ミラー角度が45度から外れた場合やミラー等の光路変換器面から光配線板の最上面までの距離が長い場合は、座標位置に不確かさが生じることに注意する。

図6.2.1.1-1(b)及び図6.2.1.1-2(a)の両図を見ても分かるように、端面光入出力型と表面光入出力型であっても、光入出力ポートが二次元平面内に存在するという点では同じである。よって、このあとの座標原点や座標軸の定義においては、特別な記述のない限り、両者共通とする。

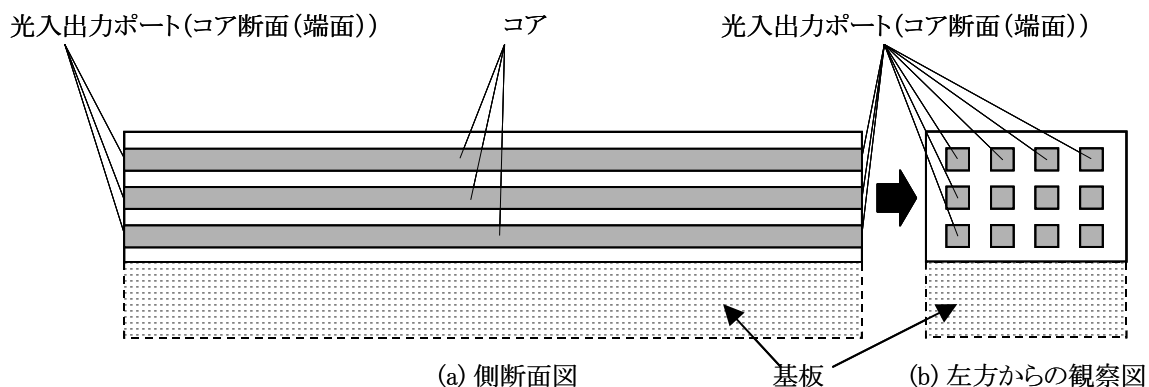


図6.2.1.1-1 端面光入出力型光配線板の一例

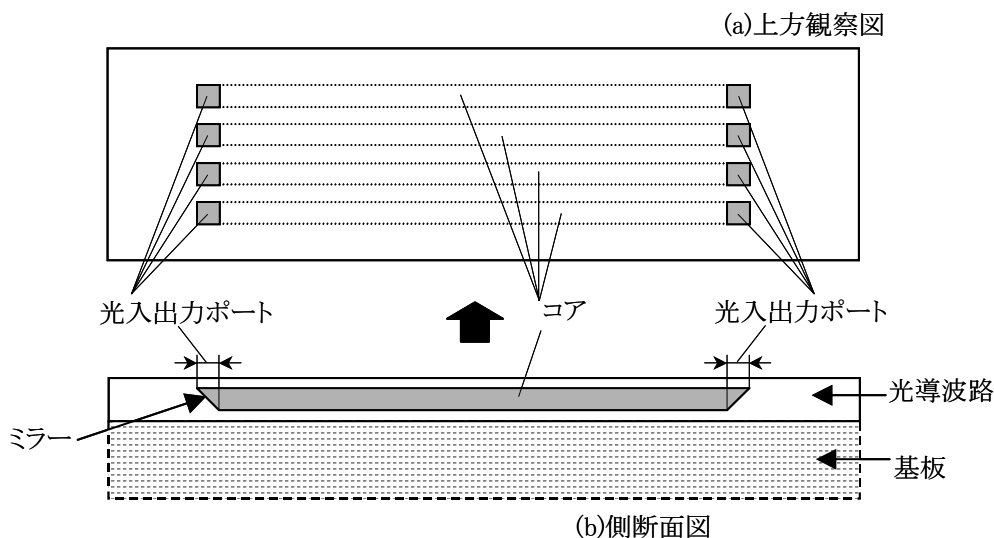


図6.2.1.1-2 表面光入出力型光配線板の一例

6.2.1.2 座標原点及び座標軸 光入出力ポートの座標データの受け渡しには、座標の基準となる座標原点及び座標軸について明示される必要がある。以下のように座標原点及び座標軸を定義する。座標原点の取り方によって、内部基準系と外部基準系の二つの座標系に分けられる。内部基準系は、特定の光入出力ポートを座標原点とする場合と、光入出力ポート間の中心を座標原点とする場合である。外部基準系は、マーカ等の別途設けられた専用構造体を座標原点にする場合と、光配線板外形上のエッジ等の一点を座標原点にする場合である。座標原点、座標軸と座標系の関係を表6.2.1.2-1にまとめた。

表6.2.1.2-1 座標原点、座標軸の取り方、座標系の関係

座標系	座標原点	座標軸の取り方の例	主な適用光配線板
内部基準	①特定の光入出力ポート座標	①複数の光入出力ポートの配列方向を用いる	端面光入出力型
	②光入出力ポートの非存在領域上で特定の容易な位置	②特定の光配線に沿った方向を用いる	
外部基準	①専用に形成された構造体	①専用に形成された構造体を用いる	表面光入出力型
	②もともと光配線板に備わっている構造体	②光配線板の外形方向を用いる	端面光入出力型
内部基準/ 外部基準併用	特定の光入出力ポートが座標原点、座標軸として外部基準系を用いる等		表面光入出力型

(1) 内部基準系による定義方法 特に座標原点や座標軸（の方向）を示す目的の構造体等を具備しない光配線板では、特定の光入出力ポートの座標を利用して座標原点及び座標軸を定義する。このような定義方法を内部基準系による

定義方法と呼ぶ。

座標原点の定義方法としては、①特定の光入出力ポート座標を座標原点とする方法（例を図6.2.1.2-1に示す）や、②光入出力ポートの非存在領域上で特定の容易な位置を座標原点とする方法（例を図6.2.1.2-2に示す）が挙げられる。図6.2.1.2-2では中央の隣接する（最下列の）光入出力ポート座標の中間を座標原点とした例であるが、これは例えば、端面光入出力型光配線板において、その光入出力ポート（端）面が、センター基準で設計される多心光コネクタと接続される場合等に適する。

座標軸（の方向）の定義方法としては、①複数の光入出力ポートの配列方向を用いる方法（例を図6.2.1.2-3に示す）や、②特定の光配線に沿った方向（認識できる場合に限る）を用いる方法（例を図6.2.1.2-4に示す）が挙げられる。軸名称（ x 、 y 等）及び符号（ $+x$ 、 $-x$ 等）の定義も同時に付記されるものとする。一軸が決まれば、もう一軸は直角をなす方向にて定義される。

本基準系は、主に光入出力ポートが端面（断面）に形成される端面光入出力型光配線板に適するが、表面光入出力型でも同様に適用可能である。

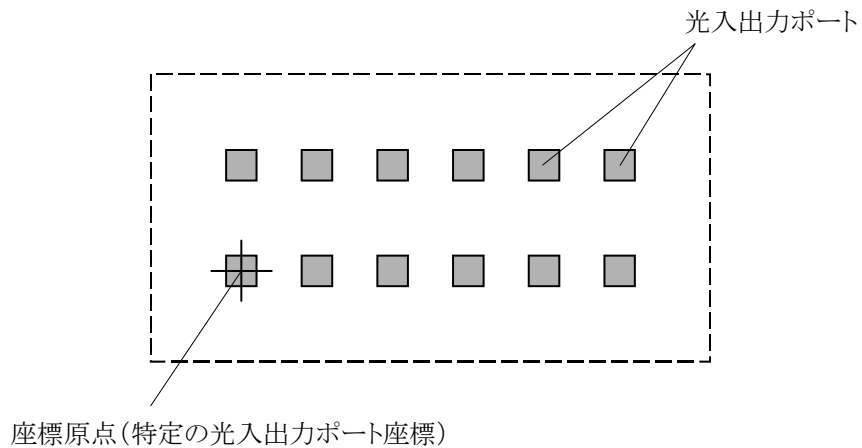


図6.2.1.2-1 座標原点の定義方法①：
特定の光入出力ポート座標を座標原点とする方法

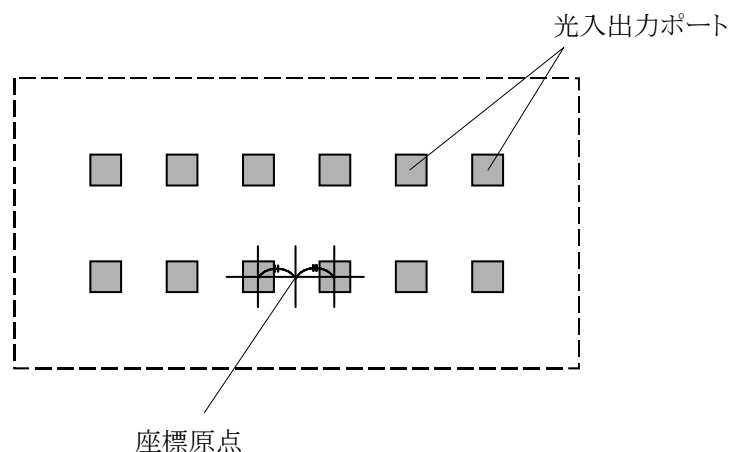


図6.2.1.2-2 座標原点の定義方法②：
光入出力ポートの非存在領域上で特定の容易な位置を座標原点とする方法。
本図では中央で隣接する光入出力ポート座標の中間を座標原点と定義している

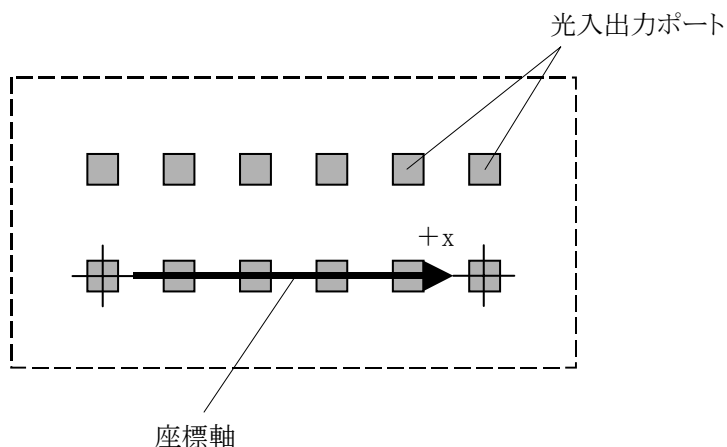


図6.2.1.2-3 座標軸の定義方法①：
複数の光入出力ポートの配列方向を用いる方法

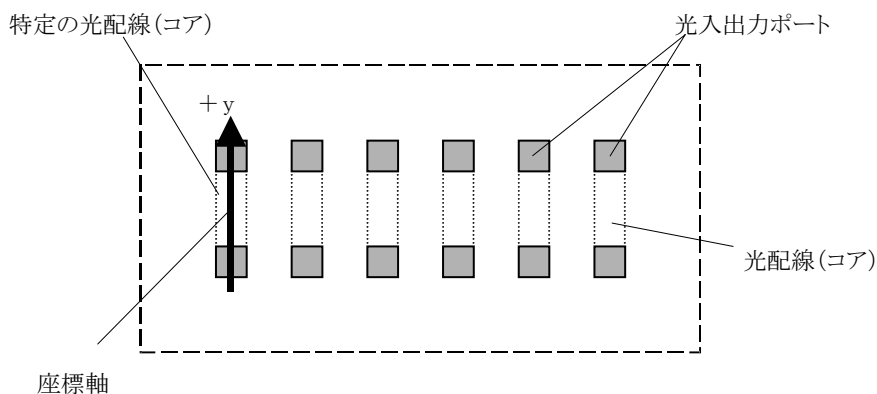


図6.2.1.2-4 座標軸の定義方法②：
特定の光配線に沿った方向（認識できる場合に限る）を用いる方法

- (2) **外部基準系による定義方法** 特に座標原点や座標軸（の方向）を示す目的のために設けられた構造体，もしくは視認性に優れた特定の構造体を具備する光配線板を対象とし，これら構造体を用いて座標原点及び座標軸（の方向）を定義する方法を外部基準系による定義方法と呼ぶ。

座標原点及び／もしくは座標軸（の方向）としては，①専用の構造体を設ける場合（例を図6.2.1.2-5に示す）や，②元々ある構造体を利用する場合（例を図6.2.1.2-6に示す）がある。図6.2.1.2-6は光配線板の外形（エッジ）を利用した例であるが，例えば，端面光入出力型光配線板において，端面の外形寸法精度が必要十分に得られており，この外形を基準として光コネクタにパッシブアライメントで接続されるようなケースで有効である。座標原点もしくは座標軸（の方向）の一方が①で他方が②という組み合わせもある（図6.2.1.2-7）。

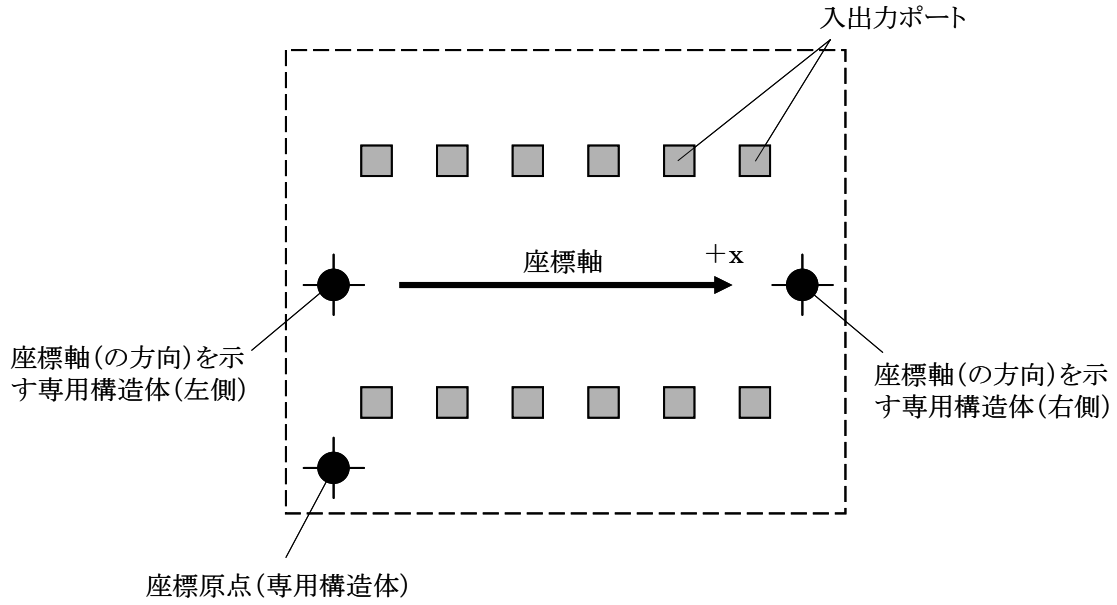


図6.2.1.2-5 座標原点及び／もしくは座標軸（の方向）①：
専用の構造体を設ける場合

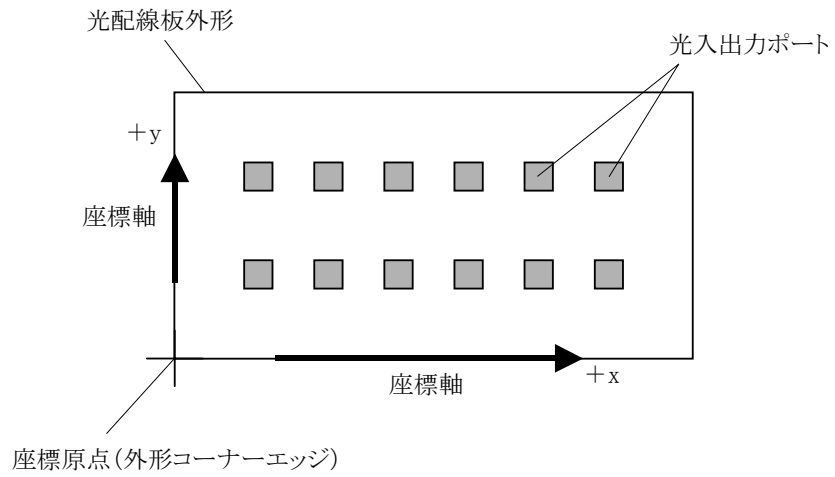


図6.2.1.2-6 座標原点及び／もしくは座標軸（の方向）②：
元々ある構造体を利用する場合。本図では光配線板外形を利用している

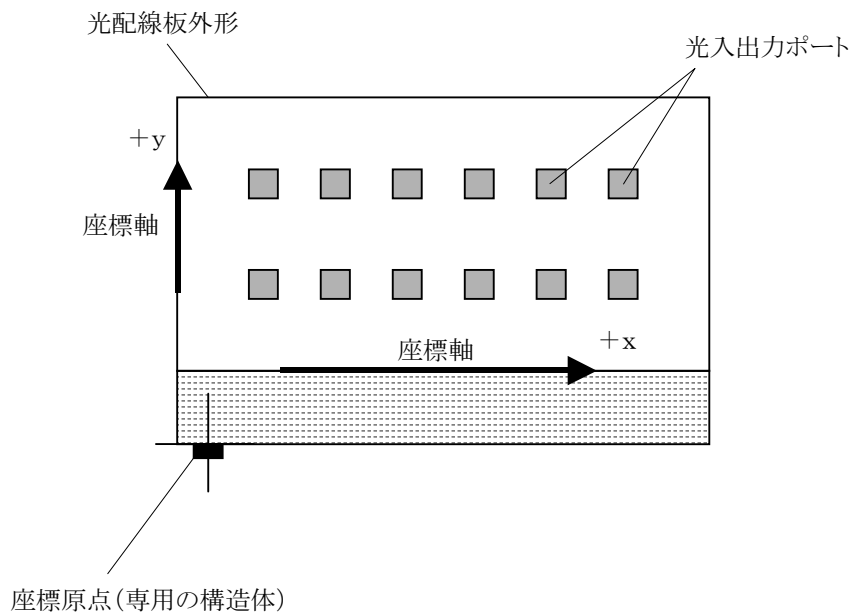


図6.2.1.2-7 座標原点及び／もしくは座標軸（の方向）：
①と②の組み合わせ。本図は座標原点に専用の構造体を，座標軸（の方向）に外形を用いた例

- (3) 内部基準系と外部基準系の併用による定義方法 前記二つの基準系を併用して座標原点及び座標軸を定義してもよい。例を図6.2.1.2-8及び図6.2.1.2-9に示す。両図では，座標原点を内部基準系（特定の一光入出力ポート）とし，座標軸（の方向）を外部基準系（図6.2.1.2-8：専用の構造体，図6.2.1.2-9：光配線板外形）としている。

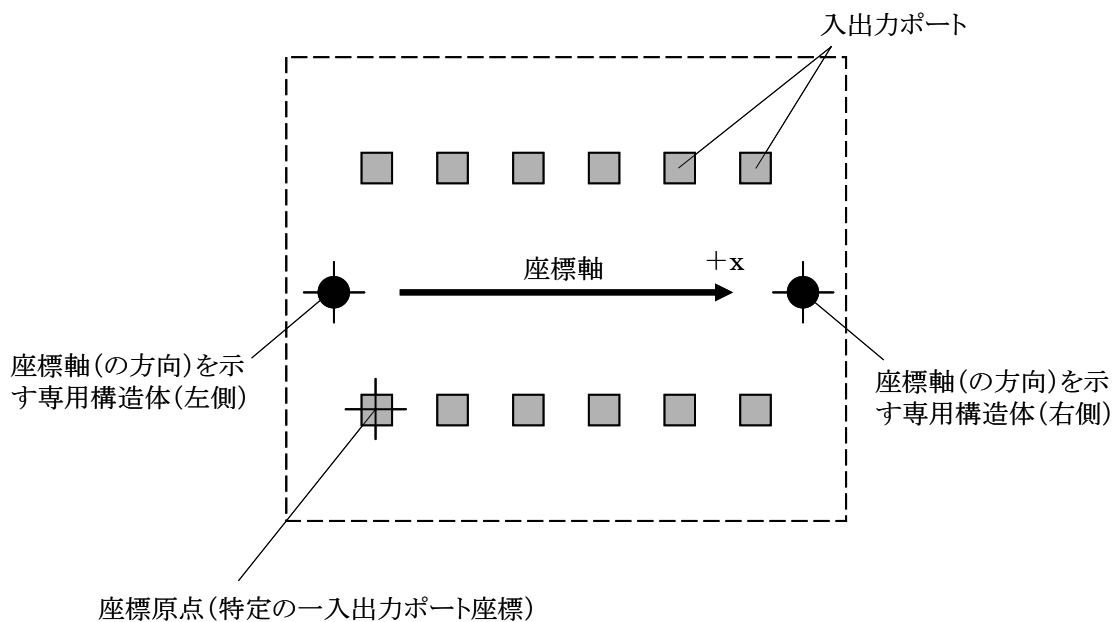


図6.2.1.2-8 内部基準系と外部基準系の併用例：
座標原点に内部基準系（特定の入出力ポート座標）を，
座標軸（の方向）に外部基準系（専用の構造体）を用いた例

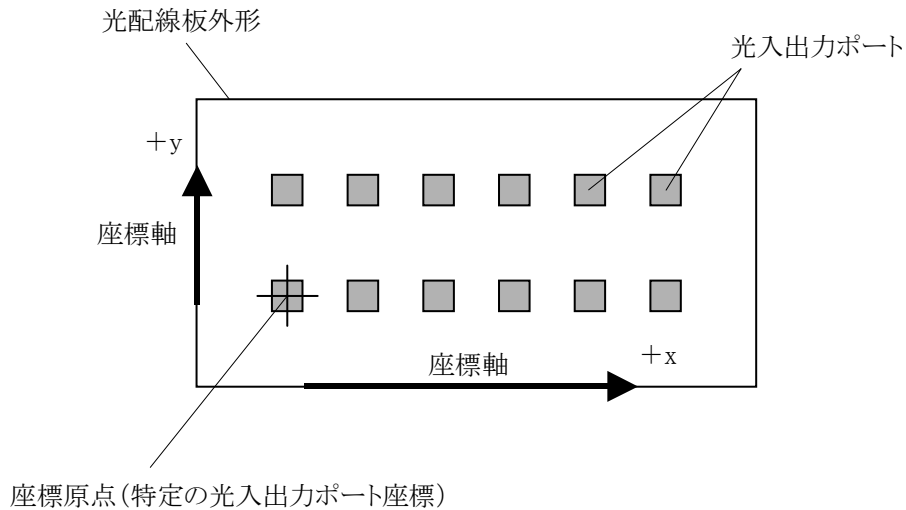


図6. 2. 1. 2-9 内部基準系と外部基準系の併用例：
座標原点に内部基準系（特定の光入出力ポート座標）を、
座標軸（の方向）に外部基準系（光配線板外形）を用いた例

6. 2. 2 算出方法 光入出力座標は、信号処理によって次の方法で算出する。

- 内部座標系** 任意の座標系で各光入出力ポートにおけるコア中心の座標を決定した後、6. 2. 1. 2の定義に従って全ての各コアの中心位置を座標変換して算出する。
- 外部座標系** 基板端部又は座標原点の位置座標から座標変換して、各コアの中心の位置を算出する。

6. 3 光入出力部の外形寸法

6. 3. 1 測定対象 光配線板の端部が光入出力ポートであり、特にその箇所に光コネクタ付けされる光配線板の場合、コア中心から光配線板外形までの寸法測定が要求されることがある。測定対象の一例を図に示す。図6. 3. 1-1のような特定の光入出力座標を座標原点と取った内部基準系の場合、座標原点と光配線板の外形との距離 x_1 、 x_2 の大きさの和 x 及び y_1 、 y_2 の大きさの和 y を光入出力部の外形寸法とする。

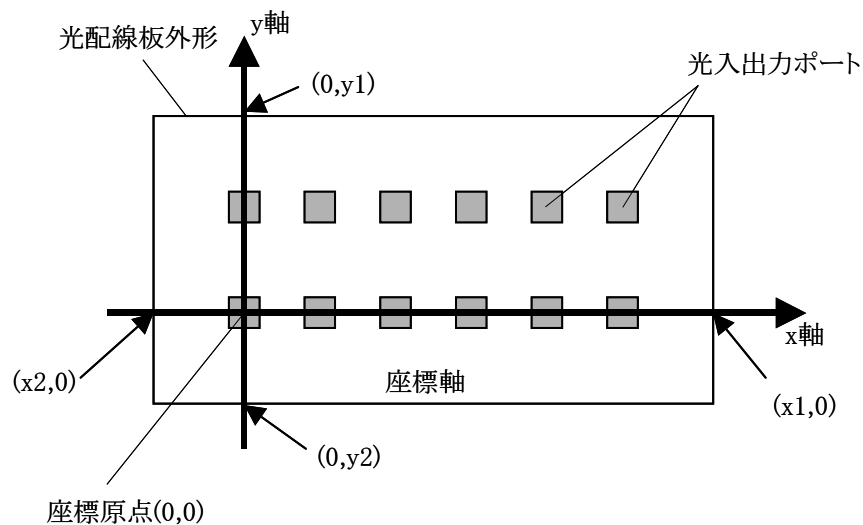


図6. 3. 1-1 内部基準系の光入出力部外形寸法の例（1）：
端面光入出力型光配線板

図6.3.1-2のように端面がミラーとなっている表面光入出力型光配線板においても、図6.3.1-1と同様に光入出力部外形寸法を測定する。図6.3.1-2に示すように、上方観察におけるミラー面の投影像の中心が光入出力座標となる。座標原点と光配線板の外形との距離 x_1 、 x_2 の大きさの和 x 及び y_1 を光入出力部の外形寸法とする。 y_1 はミラーの中心から光配線板の最上面までの距離に相当する。ただし、ミラー角度（反射）及びミラー角度（あおり）が45度から外れると実際の距離に不確かさが含まれることに注意する。ミラー角度（反射）及びミラー角度（あおり）は6.6により定義される。

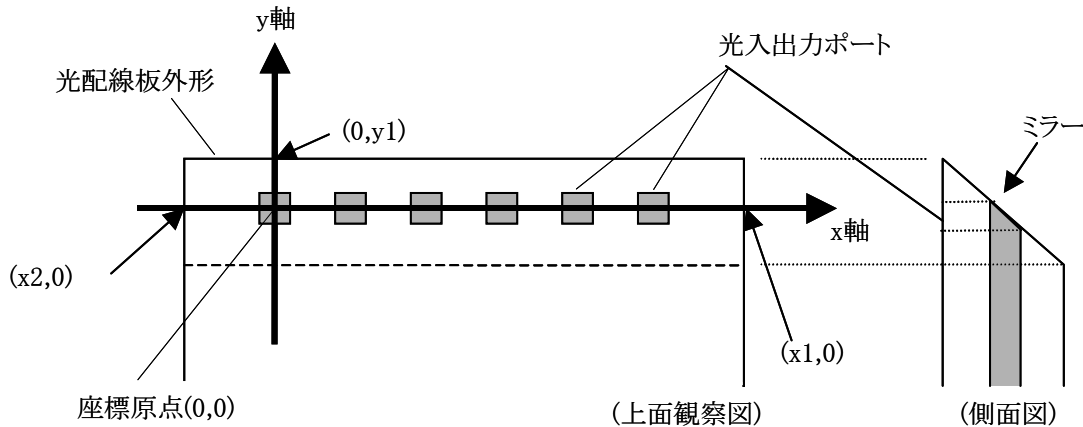


図6.3.1-2 内部基準系の光入出力部外形寸法の例（2）：
表面光入出力型光配線板

コアが上方から観察できる場合、 x 軸方向の外形寸法は、簡易的に上方からのコアの測定長としてもよい。図6.3.1-3に例を示す。光入出力座標は、近似的に上方から観察できるコア幅（top）及びコア幅（bottom）それぞれの中心間の中心とする。このとき、 $y=0$ である。図6.1.1-1で示したコア中心とは厳密には異なるため、結果として不確かさを含むことに注意する。

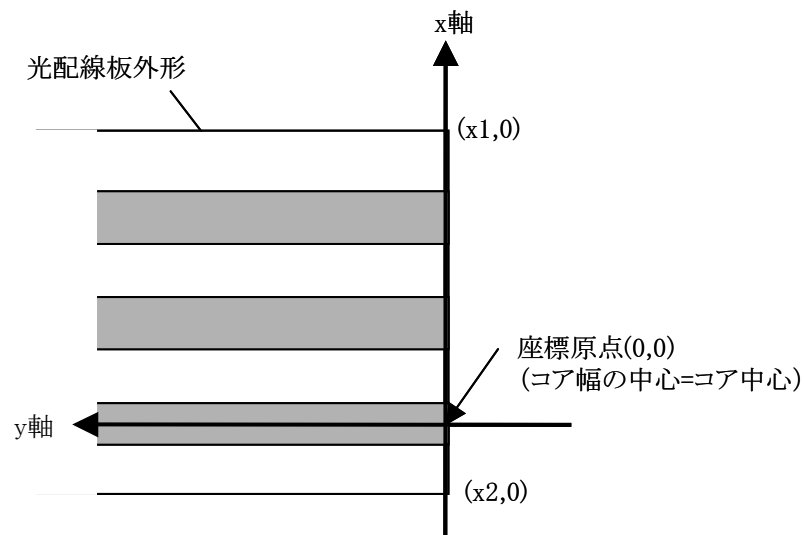


図6.3.1-3 内部基準系の光入出力部外形寸法の例（3）

6.3.2 算出方法 光入出力部の外形寸法は $x1-x2=x$, $y1-y2=y$ によって算出される。受け渡す外形寸法データとしては, $x1$, $x2$, $y1$, $y2$ も明示する。

6.4 光配線板の外形寸法

6.4.1 測定対象

(1) 矩形形状 矩形形状の光配線板の外形寸法は, 横 (幅) × 縦 (長さ) の最大寸法で規定する。

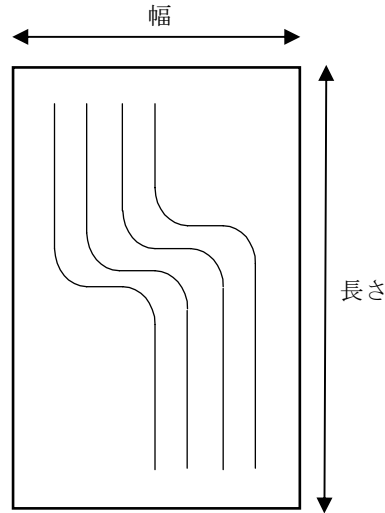


図6.4.1-1 光配線板の一例

(2) その他の形状 その他の光配線板 (図6.4.1-2~5) の外形寸法は, 光配線板の外接四角形 (長方形) の横 (幅) × 縦 (長さ) の最大寸法で規定する。また, 光配線板の頂点部分を規定する寸法 (図6.4.1-2~5の $x1\sim x4$, $y1$, $y2$) を副次的に規定する。

(1) 又は (2) の形状において, 外形に傾斜面を有する光配線板の外形は頂角を有する側を外形寸法とする。

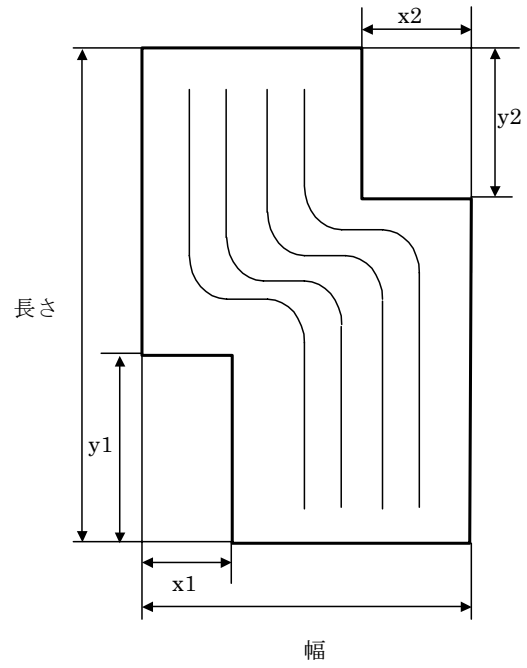


図6.4.1-2 光配線板の一例

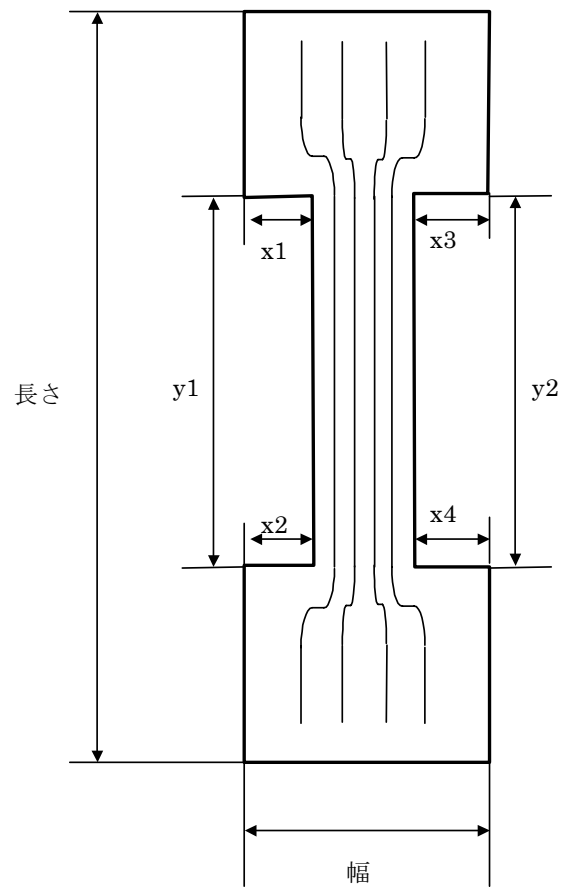


図6.4.1-3 光配線板の一例

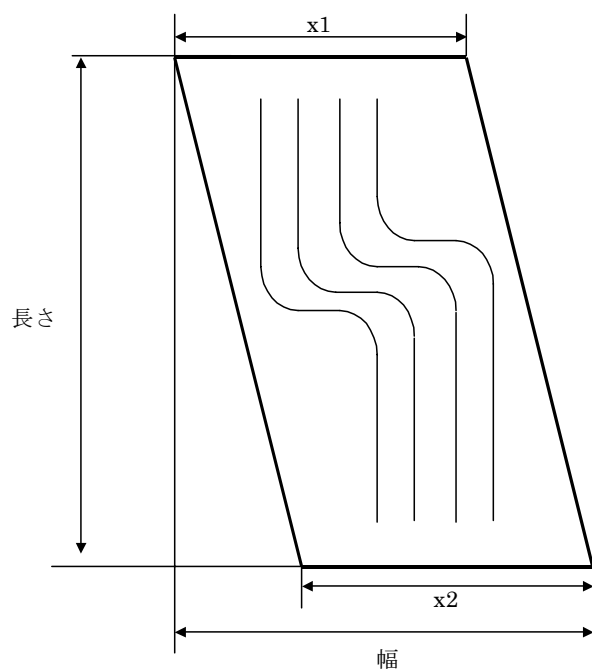


図6.4.1-4 光配線板の一例

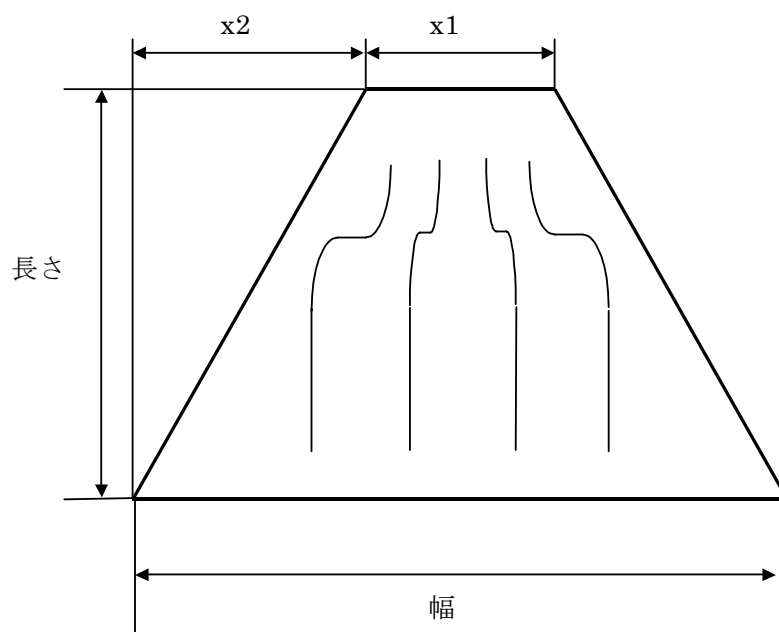
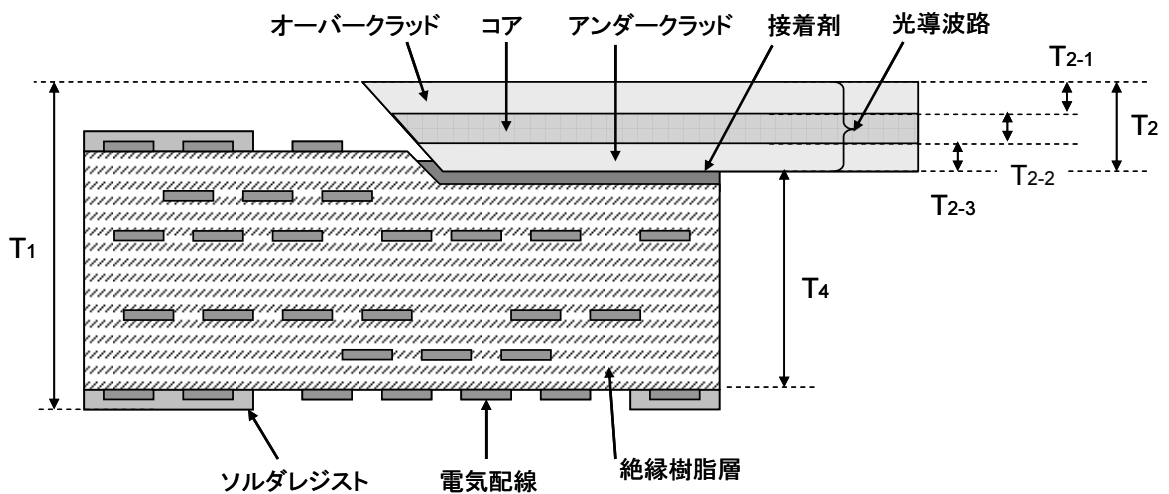


図6.4.1-5 光配線板の一例

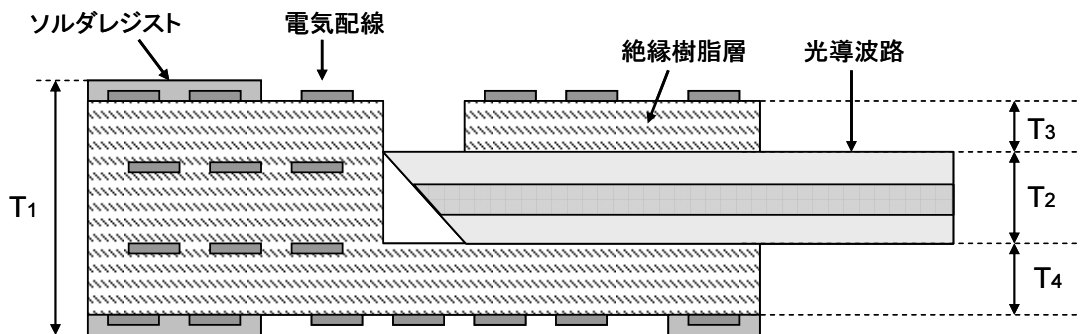
6.5 層厚

6.5.1 測定対象

- (1) **光配線板厚** 光配線板の全厚 (T_1) を光配線板厚とする。図6.5.1-1参照。
- (2) **光導波路厚** 光導波路の厚さ (T_2) を光導波路厚とする。また、光導波路のオーバークラッドの厚さ (T_{2-1}) をオーバークラッド層厚さ、コアの厚さ (T_{2-2}) をコア厚さ、アンダークラッド層厚さ (T_{2-3}) をアンダークラッド層厚さとする。図6.5.1-1参照。複数の光導波路がある場合、図6.5.1-2及び図6.5.1-3を例として光配線板厚、光導波路厚を測定する。
- (3) **絶縁樹脂厚** 光配線板部材の厚さ (T_3 , T_4) を絶縁樹脂厚とする。図6.5.1-1参照。
- (4) **接着剤厚** 接着剤の厚さは、絶縁樹脂層に含まれるものとする。



(a) 光導波路が光配線板の表面にある場合



(b) 光導波路が光配線板の内部にある場合

図6.5.1-1 層厚の測定対象の一例

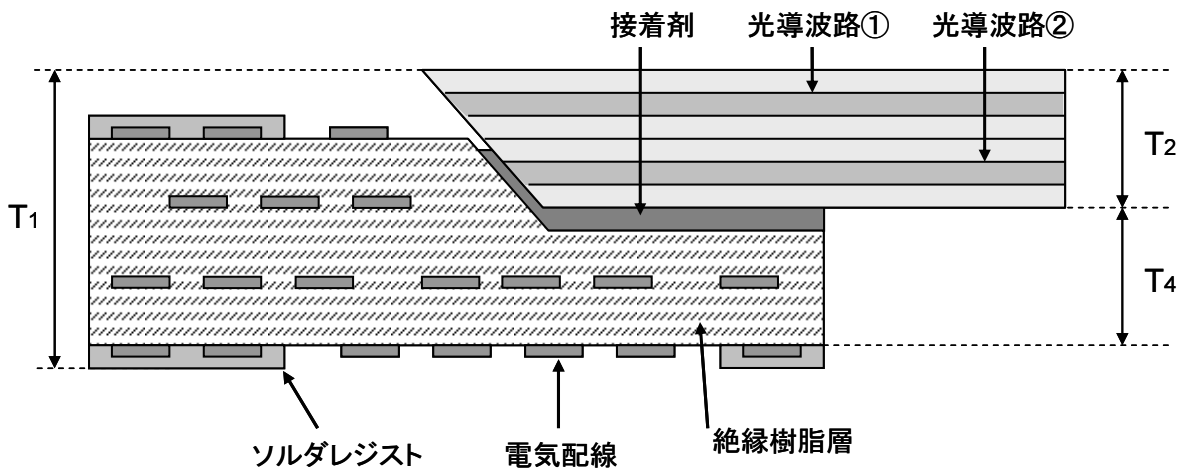


図6. 5. 1-2 層厚の測定対象の一例

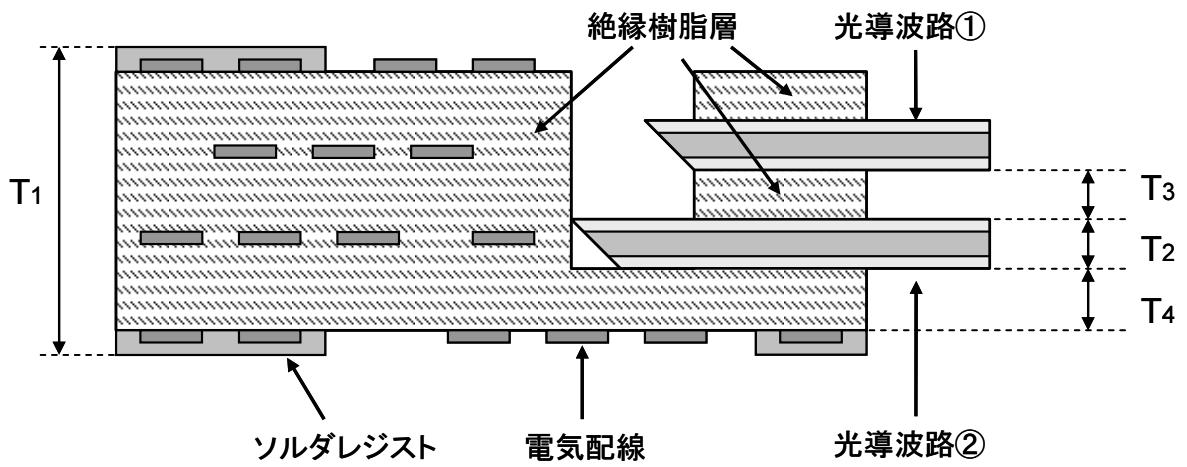


図6. 5. 1-3 層厚の測定対象の一例

6.6 ミラー

6.6.1 測定対象 以下のいずれかをミラー角度とする。

ミラー角度（反射） 図6.6.1-1に示すミラー断面において、光配線とミラー面がなす角度をミラー角度（反射）とする。

ミラー角度（あおり） 図6.6.1-1に示すミラー上面において、光配線とミラー面がなす角度をミラー角度（あおり）とする。

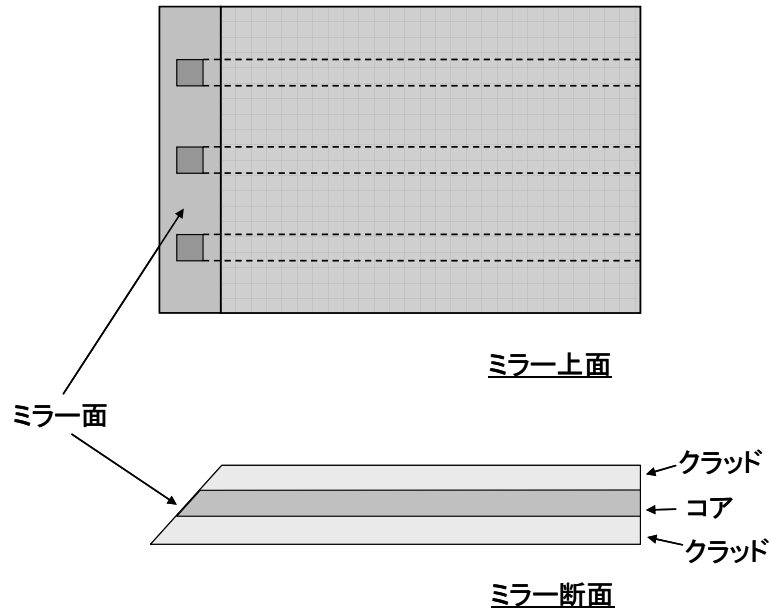


図6.6.1-1 ミラー上面及びミラー断面

6.6.1.1 ミラー角度（反射）

光導波路とミラー面を含む断面を、ミラー断面とする。

測定時に設定する測定ポイント(L1, L2, H)については、6.6.2（算出方法）に詳細を記載する。

- (1) ミラー角度（反射）1 図6.6.1-2に示すミラー断面において、ミラーとコアが鋭角に交差している点の角度 θ_1 をミラー角度（反射）1とする。L1とL2で設定される基準線はコアとクラッドの境界とする。

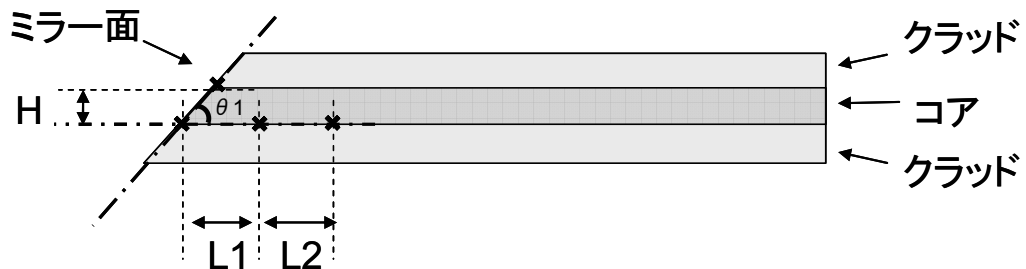


図6.6.1-2 ミラーとコアのなす角度を測定するときの測定ポイント1

- (2) ミラー角度（反射）2 図6.6.1-3に示すミラー断面において、ミラーと光導波路が鋭角に交差している点の角度 θ_2 をミラー角度（反射）2とする。L1とL2で設定される基準線は光導波路表面とする。

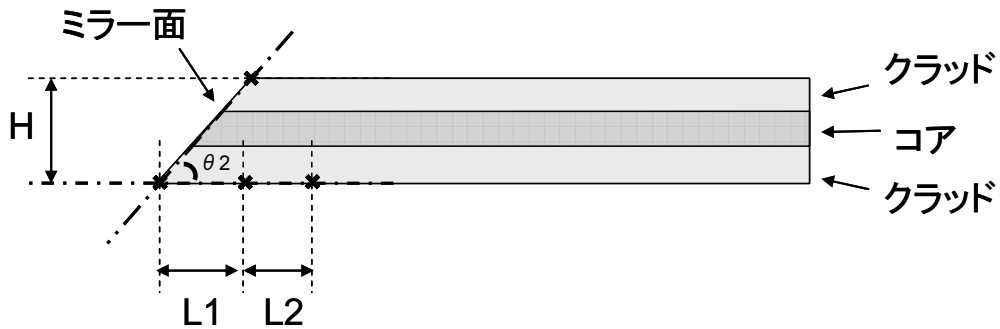


図6.6.1-3 ミラーと光導波路のなす角度を測定するときの測定ポイント2

- (3) ミラー角度（反射）3 図6.6.1-4に示すミラー断面において、ミラーと光配線板が鋭角に交差している点の角度 θ_3 をミラー角度（反射）3とする。L1とL2で設定される基準線が光配線板表面（あるいは底面）とする。基準線が測定できない場合は、(1)、(2)を採用しても良い。

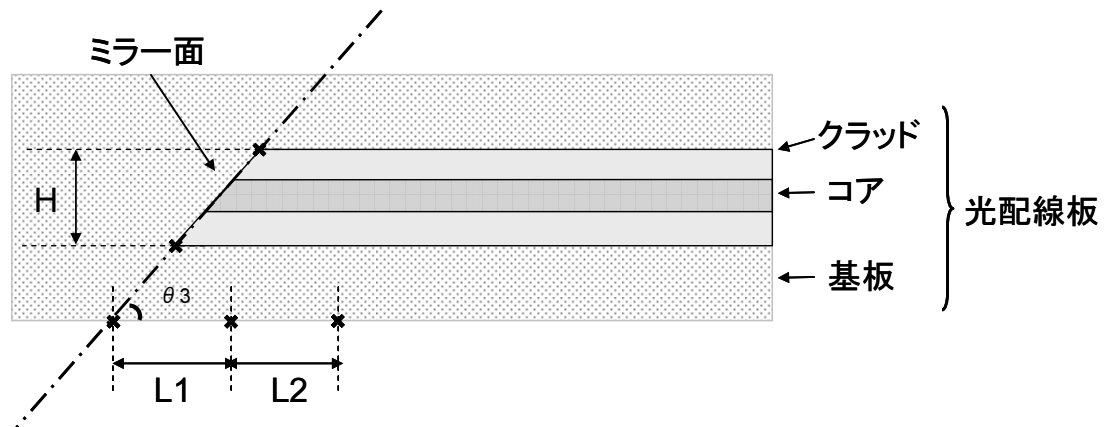


図6.6.1-4 ミラーと光配線板表面のなす角度を測定するときの測定ポイント

- (4) ミラーと光配線板、光導波路、コアの上面との角度 (1)～(3)において、L1及びL2をコア、クラッドもしくは光配線板の上側境界線上としても良い。この場合、ミラー角度（反射） θ_4 は鋭角側の交差角度とする（図6.6.1-5参照）。

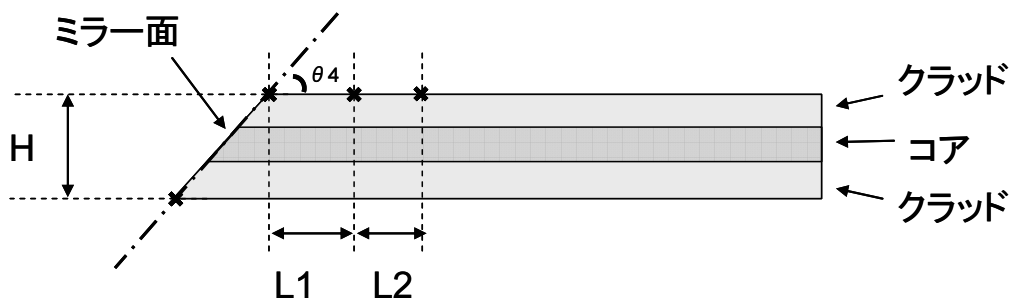


図6.6.1-5 ミラーと光配線板、光導波路、あるいはコアの上面とのなす角度を測定するときの測定ポイント

6.6.1.2 ミラー角度（あおり）

図6.6.1-6に示すように、光導波路とミラー面を含む水平面を、ミラー上面とする。

ミラー角度（あおり） 図6.6.1-6に示すミラー上面において、ミラーと光導波路が交差している点の角度 ϕ をミラー角度（あおり）とする。

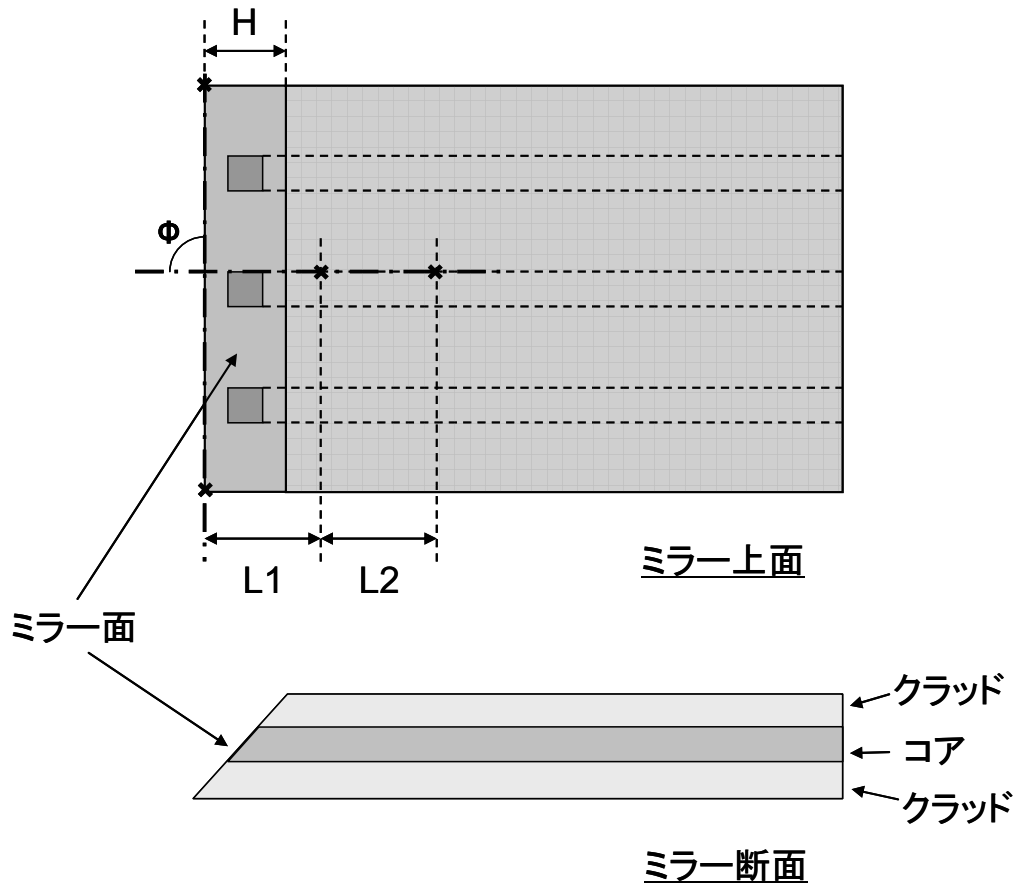


図6.6.1-6 ミラーと光導波路のなす角度を測定するときの測定ポイント

6.6.2 算出方法 ミラー角度は次の方法で算出する。

6.6.2.1 ミラー角度（反射） ミラー断面において、ミラー面と光導波路の2つの交点、もしくはミラー面とコアの2つの交点のいずれかを結んだ直線とコア、光導波路、光配線板いずれかの測定面の2点を結んだ直線のなす交点の角度を測定しミラー角度（反射）とする。測定対象が(1)あるいは(2)の場合、光導波路もしくはコア幅もしくはコア高さを H (μm)、前記交点とコア、光導波路、光配線板いずれかの測定面の2点のうち前記交点に近い方の点との距離を $L1$ 、コア、光導波路、光配線板の測定面の2点間の距離を $L2$ とすると、 H 、 $L1$ 、 $L2$ の関係は以下の関係が望ましい。

$$0.5H < L1 \approx L2 < 2H$$

6.6.2.2 ミラー角度（あおり） ミラー上面において、ミラー面とコアの2つの交点のいずれかを結んだ直線と光導波路測定面の2点を結んだ直線のなす交点の角度を測定しミラー角度（あおり）とする。ミラーあおり面のミラー幅を H (μm)、前記交点とコア測定面の2点のうち前記交点に近い方の点との距離を $L1$ 、コア測定面の2点間の距離を $L2$ とする

と、 H 、 $L1$ 、 $L2$ の関係は以下の関係が望ましい。

$$0.5H < L1 \cong L2 < 2H$$

6.7 ホール 光配線板内に光部品等を挿入するために設けられた構造体のことをホールという。

6.7.1 測定対象

- (1) **ホール長径 (V1)** ホールを上面から見た場合の穴径の最も長い部分をホール長径 (V1) とする。上方からみた穴の形状が真円あるいは正方形の場合は、短径と長径は同じとなる。
- (2) **ホール短径 (V2)** ホールを上面から見た場合の穴径の最も短い部分をホール短径 (V2) とする。上方からみた穴の形状が真円あるいは正方形の場合は、短径と長径は同じとなる。
- (3) **ホール最大径 (Vmax)** ホールが長手方向に対して均一でない場合、長手方向に対して最も太い部分の径をホール最大径 (Vmax) とする。
また、ホールが四角形の場合、ホール長径の最大値をV1max、ホール短径の最大値をV2maxとする。
- (4) **ホール最小径 (Vmin)** ホールが長手方向に対して均一でない場合、長手方向に対して最も細い部分の径をホール最小径 (Vmin) とする。
また、ホールが四角形の場合、ホール長径の最小値をV1min、ホール短径の最小値をV2minとする。
- (5) **ホール深さ (Vd)** ホールが貫通していない場合、その深さをホール深さ (Vd) とする。

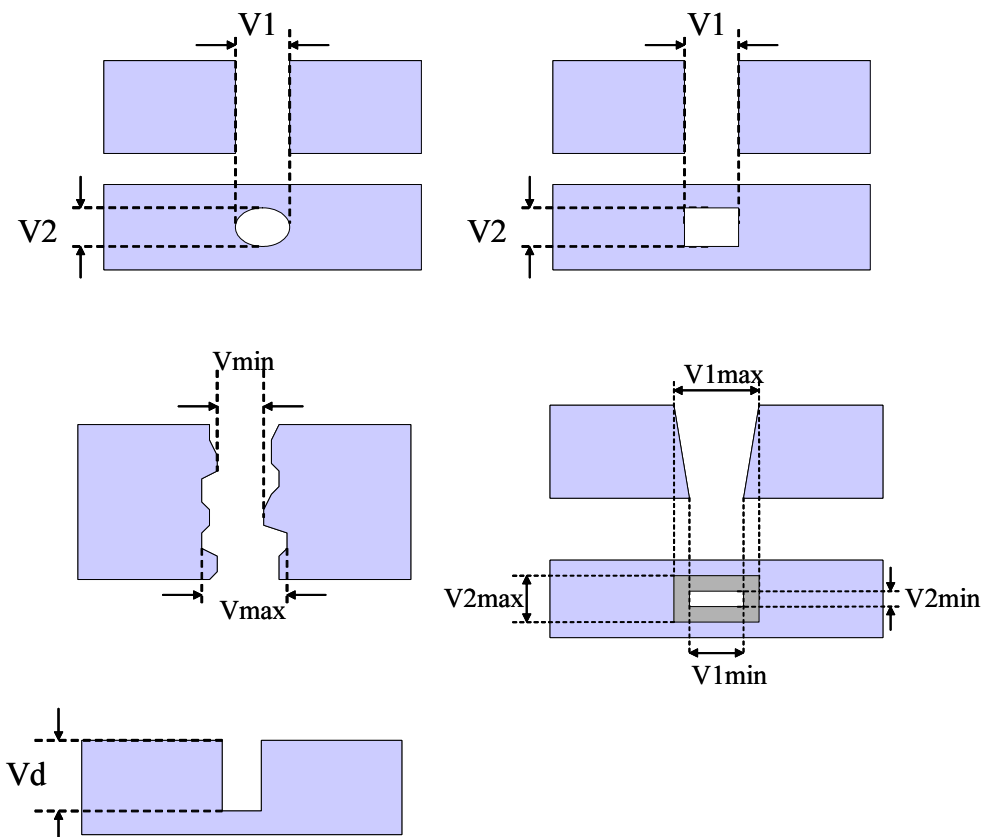


図6.7.1-1 ホールと測定対象の一例

6.8 光配線ピッチ

6.8.1 測定対象

- (1) 光配線ピッチ(x) 水平方向に隣接する光配線のコア中心間距離を光配線ピッチ(x)とする。
- (2) 光配線ピッチ(y) 垂直方向に隣接する光配線のコア中心間距離を光配線ピッチ(y)とする。
- (3) 光配線幅 コアの最大幅を光配線幅とする。
- (4) 光配線間隔(x) 水平方向に隣接する光配線の、光配線間の最短距離を光配線間隔とする。
- (5) 光配線間隔(y) 垂直方向に隣接する光配線の、光配線間の最短距離を光配線間隔とする。

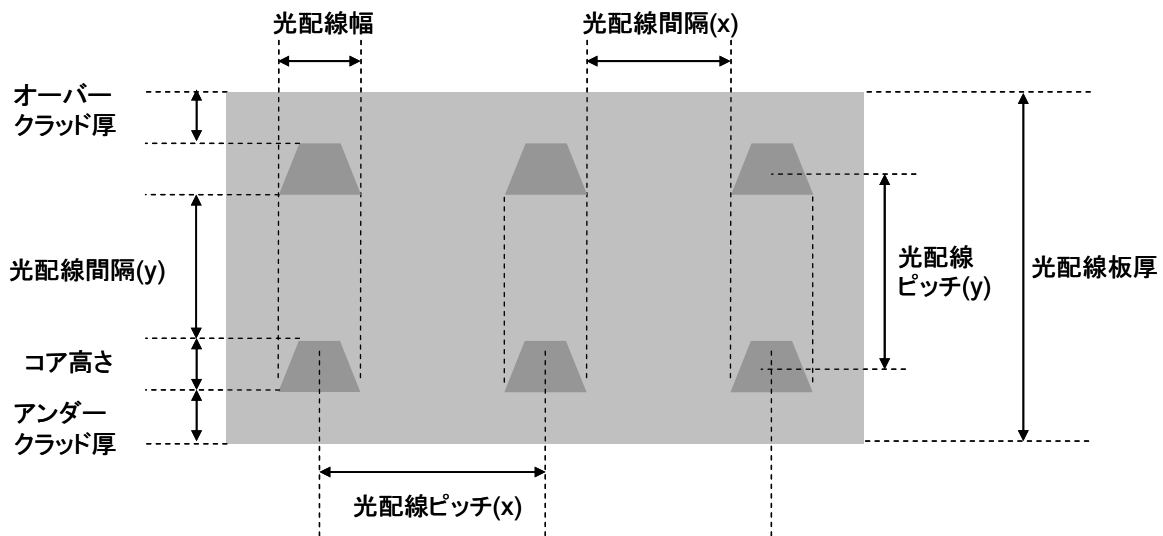


図6.8.1-1 光配線ピッチと光配線間隔

6.8.2 算出方法

- (1) 光配線ピッチ(x) 表4-1に示した方法により、水平方向に隣り合った2つのコアの中心を測定し、これらの距離から算出する。
- (2) 光配線ピッチ(y) 表4-1に示した方法により、垂直方向に隣り合った2つのコアの中心を測定し、これらの距離から算出する。
- (3) 光配線幅 表4-1に示した方法により、コア形状を測定し、コア最大幅から算出する。
- (4) 光配線間隔(x) 表4-1に示した方法により、水平方向に隣接する2つのコアの中心及びコア形状を測定し、光配線ピッチから光配線幅を引いた間隔を算出する。
- (5) 光配線間隔(y) 表4-1に示した方法により、垂直方向に隣接する2つのコアの中心及びコア形状を測定し、光配線ピッチからコア厚を引いた間隔を算出する。
- (6) コア高さ 6.1.1に規定されるコア高さと同じとする。
- (7) オーバークラッド厚 6.5.1に規定されるオーバークラッド層の厚さと同じとする。
- (8) アンダークラッド厚 6.5.1に規定されるアンダークラッド層の厚さと同じとする。
- (9) 光導波路厚 6.5.1に規定される光導波路厚と同じとする。

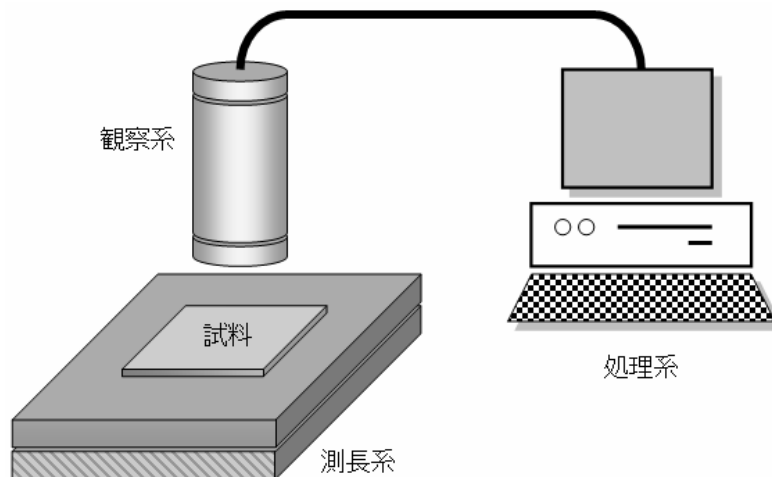
Annex A（付加情報）

測定方法

A.1 コア形状測定方法

(1) **測定装置** 測定装置は、観察系、測長系、処理系等で構成する。構成の一例を図A. 1-1に示す。

- a) **観察系** 光学顕微鏡、CCDカメラ等によりコアを認識する。観察系には、試料に対して透過光と同時に反射光も照射できる機構を備えていることが望ましい。レンズを用いる場合は、収差のないものを用いる。
- b) **測長系** 測長系には、スケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。
- c) **処理系** 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有することが望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。



図A. 1-1 断面観察の測定装置の一例

(2) **手順** 手順の一例を以下に記述する。

- a) **準備** 光学顕微鏡の倍率をあらかじめ校正しておく。ダイシングもしくは端面研磨等の手法により、測定試料のコア端面を、光配線軸に直角で滑らかな鏡面に切断する。コア端面が試料表面に露出する場合、同コア端面を測定することもできる。任意の測定箇所を測長ステージに設置する。
- b) **測定** 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、コア形状が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。観察系からの映像信号の処理により、コア形状を算出する。光学顕微鏡に測長機構がある場合、目視により測定対象を確認することもできる。

(3) **算出方法** コア形状は、6.1.2に準じて算出する。

A.2 光入出力座標測定方法

A.2.1 端面光入出力型光配線板に適用する測定方法

A.2.1.1 光学顕微鏡を用いる方法

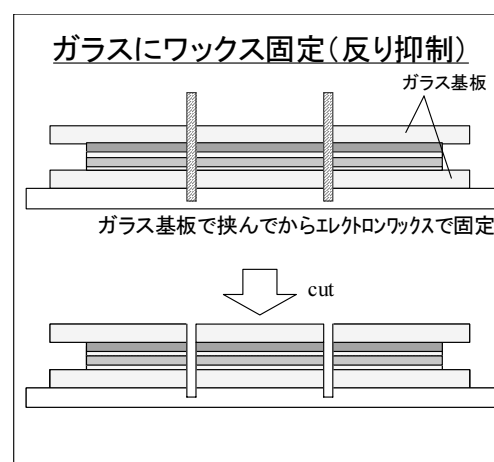
(1) 測定装置 A.1の方法に準じる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) 準備 光配線板断面は、測定前にダイシングもしくは端面研磨等の手法により、光配線軸に直角で滑らかな鏡面に切断する。断面が直接デバイスとなる光配線板に関しては、サンプルをそのまま用いても良い。また、切り出す場所によってコアピッチが変わる光配線板に関しては、切り出す平面位置情報を記録する。また、フレキシブル基材に形成された光配線板、光導波路単体のフリーフィルム等で光配線板が観察時に変形しやすいサンプルに関しては、Si基板、ガラス基板、プリント配線板用のリジッド基板に、ワックスや接着剤等を用いて固定しても良い。

図A.2.1.1-1に断面観察用試料の作製方法の一例を示す。

右図のように、厚さ0.7mm以上の2枚の液晶用ガラス基板に光配線板を挟み込み、ワックスで固定する。ワックス以外に固定できるUV接着剤等使用しても良い。固定後、通常のダイシングソーを用いて、光配線板断面を切り出す。断面観察には10mm程の短い距離で切り出した方が観察しやすい。尚、観察面は事前にダイシングカスや欠陥、基材との剥がれ等が無いことを確認しておく。



図A.2.1.1-1 断面観察用試料の作製方法の例

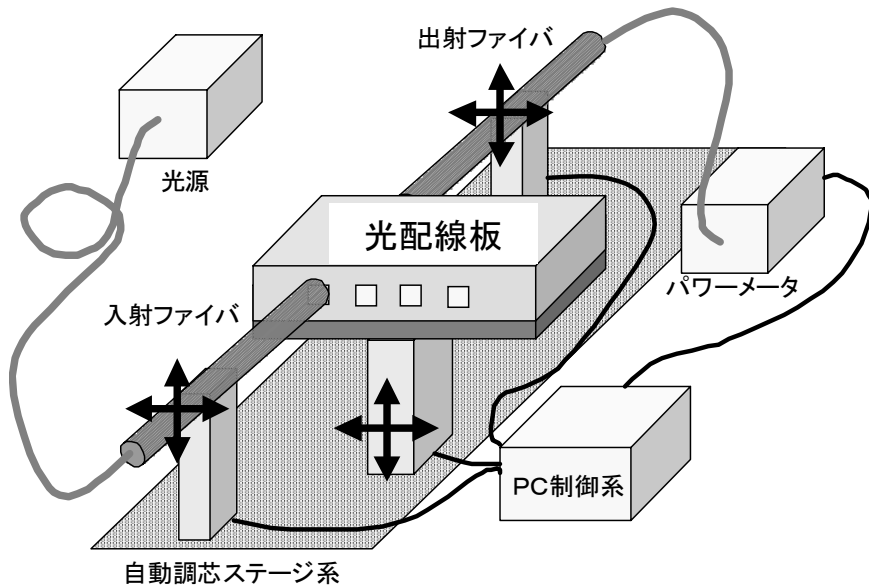
- b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、コアが確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは光学顕微鏡やCCDカメラからの映像処理により、コア位置を測定する。

(3) 算出方法 光入出力座標は、6.2.2に準じて算出する。

A.2.1.2 光ファイバ調芯機を用いる方法

(1) 測定装置 光ファイバ調芯装置は、光源、自動調芯ステージ、入射/受光ファイバ、パワーメータ等で構成する。構成の一例を図A.2.1.2-1に示す。

- a) 光源 光配線板で用いる波長の光源を準備する。レーザ、LED、ASE光源等が用いられる。
- b) 自動調芯ステージ アクティブ調芯可能な装置を用いる。調芯ピッチは、マルチモード光導波路では1μm程度である。また、信号処理装置により測長機能を付与しておく。
- c) 入射/受光ファイバ 光導波路コア形状に応じて最適な入射側、出射側の光ファイバを選択しておく。光配線板へ光を入射する側の光ファイバのコア径は、光導波路のコア内径よりも小さいものを選ぶことが好ましい。一方、光配線板から出射する光を受光する側の光ファイバには、光導波路のコア外径よりも大きい光ファイバを用いることが好ましい。入射側はモードスクランブラー等を用いて、モードを安定化させておく。
- d) パワーメータ 出射側の光強度を測定し、信号処理により自動調芯ステージへフィードバックし、最大光強度を得られる位置を短時間で決定する。



図A. 2. 1. 2-1 光ファイバ調芯機の一例

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

a) 準備 A. 2. 1. 1 に準じる。

b) 測定 断面を切り出した光配線板を自動調芯ステージに置き、入出力それぞれのファイバを測定コア部に接近させて、自動調芯測定を開始する。光射出強度が最大になる位置をコア中心として座標を記録する。隣接のコアを連続で測定し、2点間の座標の差からコア間の間隔や高さの値を測定する。

(3) 算出方法 光入出力座標は、6. 2. 2に準じて算出する。なお、外部座標系において、自動調芯機では座標原点の位置情報(図6. 2. 1. 2-5)を光学的に測定できないために、入射ファイバを手動で動かし、観察カメラにて座標原点の位置情報を取得する。これを原点として座標変換して各コアの光学中心位置を算出する。

A. 2. 2 表面入出力型光配線板に適用する測定方法

A. 2. 2. 1 測長機能を有する観察系を用いる方法

(1) 測定装置 A. 2. 1. 1の方法に準じる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

a) 準備 光学顕微鏡の倍率をあらかじめ校正しておく。平坦度の確保及び測定中にサンプルが動いたり浮いたりしないように、治具等を用いて測定ステージに平坦固定、もしくは吸着する。必要な測定精度の確保のためにレンズ倍率等の選択が必要であるが、対物レンズとして10～50倍、接眼レンズとして10倍程度が好ましい。

b) 測定 まず座標軸の方向と、ステージの移動方向を一致させる(水平基準出し)。次に座標原点位置に移動し、その座標を(0, 0)とする。座標原点が一定の面積を有する構造体である場合や、特定の一光入出力ポート座標で指定される場合、前者では少なくともその中心位置を、後者では前項に定義の「コア中心」としておく必要がある。座標原点と座標軸が決定されたら、各光入出力ポートの座標(「コア中心」)を計測していく。

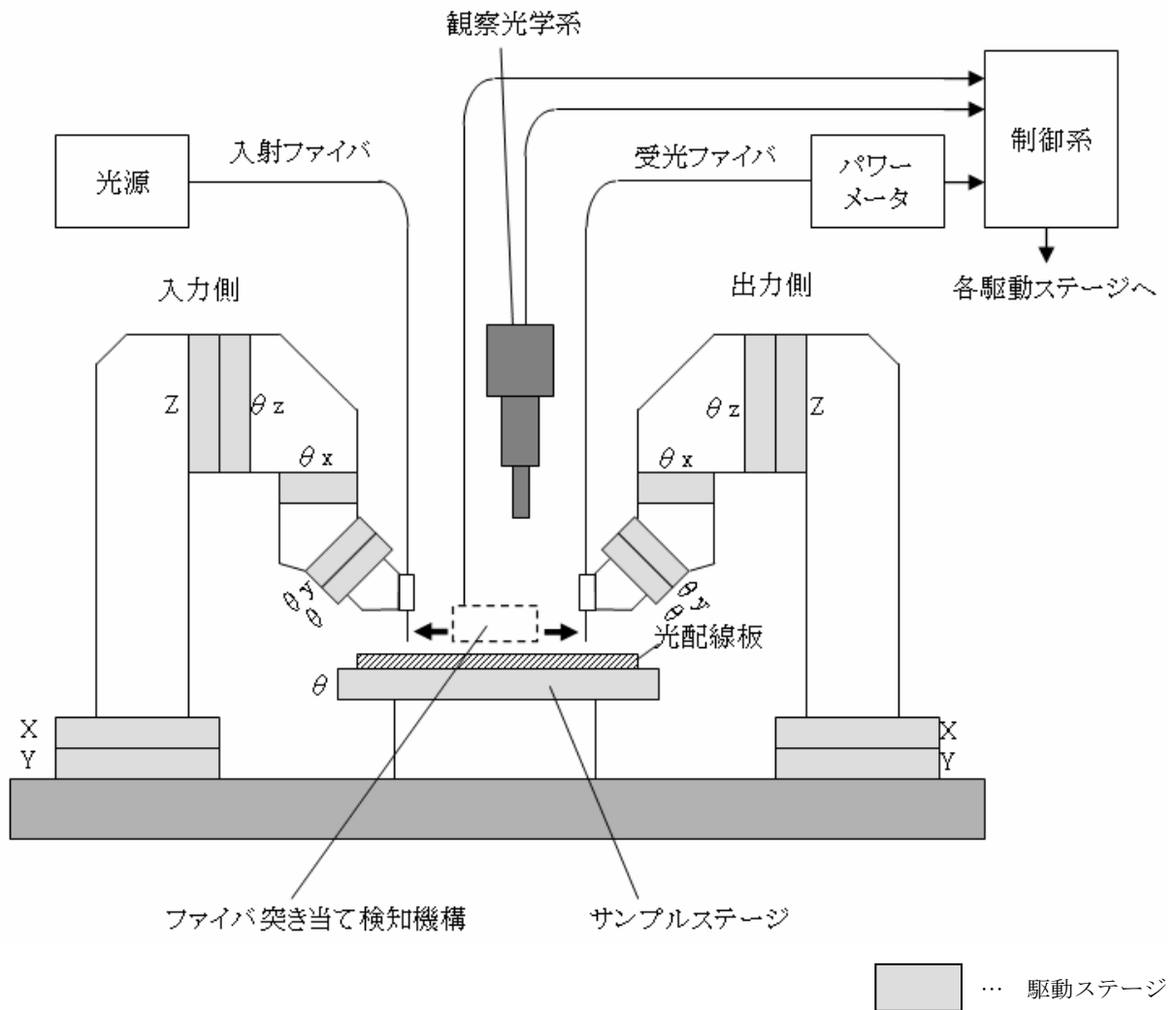
なお、光入出力ポートは45度斜面等の光路変換器面で構成されているため、そのまま光学顕微鏡等で認識する

のが困難な場合がある。その場合、反対側の光入出力ポートよりハロゲン光等を入射させ、出射光の近視野像を利用するのが有効である。

- (3) **算出方法** 測定時に座標原点が (0, 0) にセットされ、座標軸の方向がステージ移動方向に一致されていれば、特に算出等の処理は不要である。それ以外の場合のみ座標変換の処理が必要となる。測定装置に測定機に水平基準出し機能がない場合には、初期セット状態で座標軸（の方向）を表す基準系の座標を計測しておき、傾きを算出しておいた後、対象となる全座標の測定後角度変換計算を行っても良い。

A. 2. 2. 2 光ファイバ調芯装置を用いる方法

- (1) **測定装置** 光ファイバ調芯装置は、光源、観察光学系、駆動ステージ、入射／受光ファイバ、ファイバ突き当て検知機構、パワーメータ、制御系等で構成され、かつ光配線板への垂直入出力可能な調芯装置を用いる。構成の一例を図A. 2. 2. 2-1に示す。
- a) **光源** 光配線板で用いる波長の光源を準備する。レーザ、LED、ASE光源等が用いられる。
- b) **観察光学系** 光入出力ポート、座標原点及び座標軸の方向を表す基準系を撮像し、モニター（図示せず）に映し出すもの。
- c) **駆動ステージ** x 、 y 、 z 及び各 θ を備える。自動調芯には最低 x 、 y 、 z が制御系により制御される自動ステージであることが好ましい。 x 、 y 、 z の移動分解能は $1\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。
また、サンプルステージには座標軸のアライメントのため自動 θ ステージが具備されることが好ましい。
- d) **入射／受光ファイバ** 光導波路のコア形状に応じて最適な入射側、出射側の光ファイバを選択しておく。光配線板へ光を入射する側の光ファイバのコア径は、光導波路のコア内径よりも小さいものを選ぶ。一方、光配線板から出射する光を受光する側の光ファイバには、光導波路のコア外径よりも大きい光ファイバを用いることが望ましい。入射側はモードスクランブラー等を用いて、モードを安定化させておく。
- e) **ファイバ突き当て検知機構** 自動調芯時、入射／受光ファイバの先端が光配線板サンプルに突き当たったことを自動的に検知し、ファイバやサンプルの破損を防止するとともに、常に入出力ポートから一定距離に保って測定精度を維持するための機構である。
- f) **パワーメータ** 出射側光ファイバからの光量を測定し、制御系へ送信する。
- g) **制御系** パワーメータから受光強度情報を受け、駆動ステージの調芯制御を行う。最大強度調芯位置の入射／受光ファイバの位置情報も同時に記録する。この他、装置全体のイニシャライズ、モニターへの画像出力、ファイバ突き当て自動検知等制御全般を行う。



図A. 2. 2. 2-1 内部基準系と外部基準系の併用例

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) **準備** 装置は起動後、駆動ステージ、観察光学系、入射/受光ファイバの装置上の絶対座標位置を認識し（イニシャライズ）、光源、パワーメータの暖機を行う。サンプルはステージに吸着等によりしっかりと固定されるようにする。
- b) **測定** 座標軸の方向を表す基準系を用い、サンプルの座標軸と装置の座標軸を一致させる。その後、座標原点位置へサンプルを移動し（モニターに座標原点を表す基準系を映し出して、位置合せ）、そこを座標原点として、測定対象となる入出力ポートに、入射/受光ファイバをそれぞれ移動させる。その後自動調芯を行い、調芯と同時にそのときの座標値が制御系に記録される。複数の入出力ポートがある場合、次のポートへ入射/受光ファイバをそれぞれ移動し、同様の作業を繰り返す。装置に、あらかじめ大まかな入出力ポート位置を記憶でき、自動的に複数の入出力ポートを移動・調芯させることで、サンプル全体の全入出力ポート座標が自動的に得られるようになる。

(3) **算出方法** 光入出力ポートの座標は、制御系によって自動的に記録される。

A.3 光入出力部の外形寸法測定方法

A.3.1 断面観察による方法

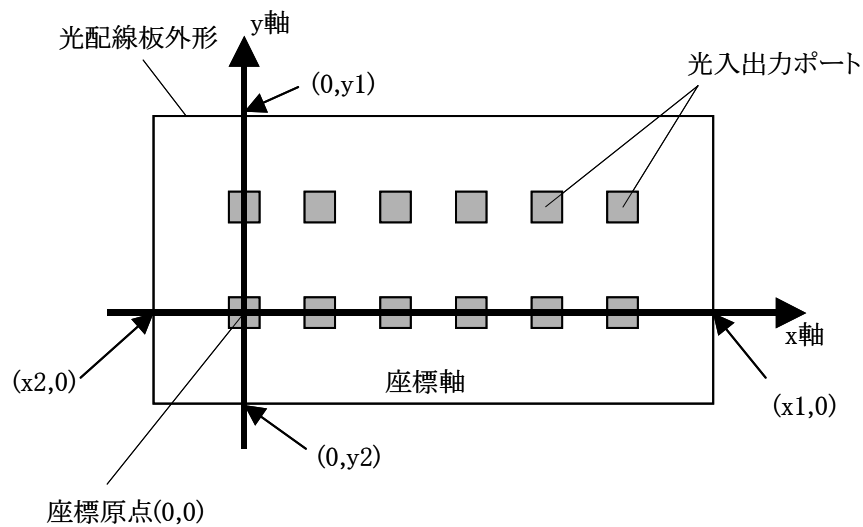
(1) 測定装置 測定装置は、A.2.1.1に準ずる。

(2) 手順

a) 準備 A.2.1.1 a) に準ずる。

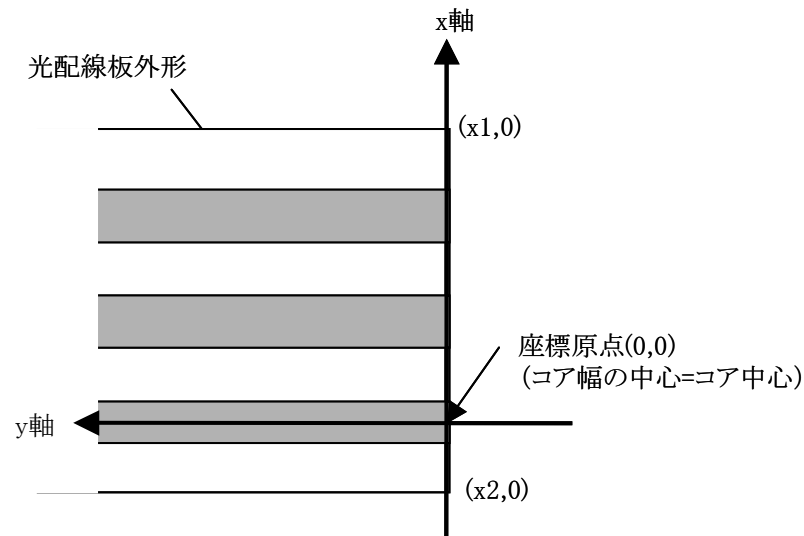
b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、外形、コア、原点が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは光学顕微鏡やCCDカメラからの映像処理により、図A.3.1-1の x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 を測定する。

(3) 算出方法 光入出力部の外形寸法は、 $x_1-x_2=x$ 、 $y_1-y_2=y$ によって算出される。受け渡す外形寸法データとしては、 x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 も明示する。

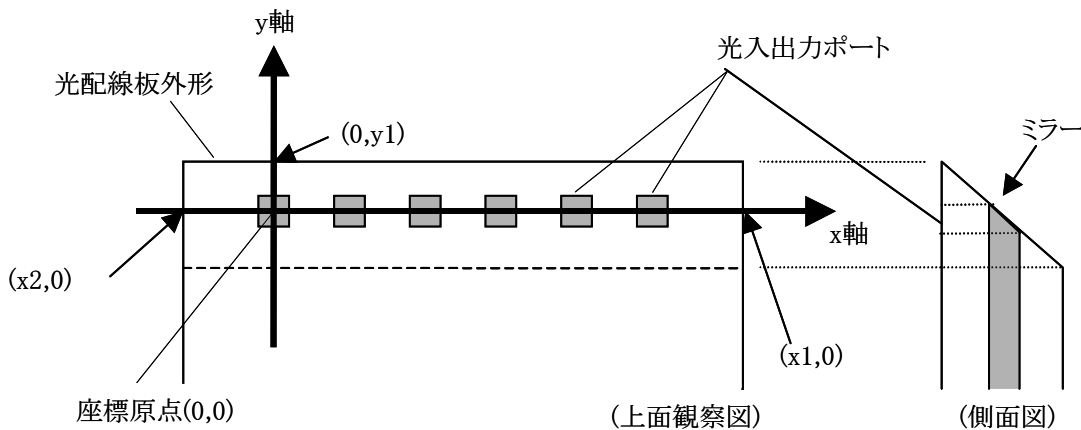


図A.3.1-1 光入出力部の外形寸法の測定ポイント（内部基準系）の一例

A.3.2 上方からの光学顕微鏡観察による方法 コアが上方から観察できる場合、x軸方向の外形寸法は、簡易的に上方からのコアの観察及び測定をしてもよい。



図A.3.2-1 上方からの光学顕微鏡観察による外形寸法（内部基準系）の測定方法（端面光入出力型光配線板の場合）



図A.3.2-2 上方からの光学顕微鏡観察による外形寸法（内部基準系）の測定方法（表面光入出力型光配線板の場合）

- (1) 測定装置 測定装置はA.1に準ずる。
- (2) 手順
 - a) 準備 ステージの上に試料を載せる。
 - b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、光入出力端部の外形、コアが確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは光学顕微鏡や CCD カメラからの映像処理により、コア中心を測定する。得られたコア中心から座標原点を算出する。次に図 A.3.2-1 中の x_1 , x_2 , 及び図 A.3.2-2 中の x_1 , x_2 , y_1 を測定する。
- (3) 算出方法 光入出力部の外形寸法は、 $x_1 - x_2 = x$ によって算出される。

A.4 光配線板の外形寸法測定方法

A.4.1 表面観察による方法

(1) 測定装置 測定装置は、図A.1-1のように観察系、測長系、処理系等で構成する。

a) 観察系 光学顕微鏡、CCDカメラ等により光導波路、コア、光配線板、ミラーを認識する。観察系には試料に対して透過光と同時に反射光も照射できる機構を備えていることが望ましい。レンズを用いる場合は、収差のないものを用いる。

b) 測長系 測長系には、JIS B 7450に規定したデジタルスケール、又はこれと同等以上の精度を持つデジタルスケールを有する測長ステージ等を用いる。観察系側に同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。

また、記録された映像を印刷して測定器具により測定することも可能である。

c) 処理系 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有する事が望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

a) 準備 光学顕微鏡の倍率をあらかじめ校正しておく。サンプルは治具等を用い、測長ステージに平坦固定又は吸着できるようにする。

b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、光配線板の端面が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは顕微鏡やCCDカメラからの映像処理により、外形寸法を算出する。光学顕微鏡に測長機構がある場合、目視により測定対象を確認することもできる。

プリント配線板と同程度の測定精度要求の場合、JIS C 6471、JIS C 6481の測定方法による。

A.5 層厚測定方法 以下の二つの測定方法のどちらかで、光配線板厚、光導波路厚、部材厚を測定する。

A.5.1 外側マイクロメータによる方法 JIS B 7502に規定した外側マイクロメータ又はこれと同等以上の精度の測定器を用い、0.01mmまで測定する。

A.5.2 断面観察による方法 測長機能がついた光学顕微鏡、ビデオカメラ等を用い、0.001mmまで測定する。観察箇所が直接観察できない場合、ダイシングソー等で光配線板をスライスし、切断面を観察する。

(1) 測定装置 測定装置は、観察系、測長系、処理系等で構成する。構成の一例は図A.1-1を参照する。

a) 観察系 光学顕微鏡、CCDカメラ等により観察箇所を認識する。観察系には試料に対して透過光と同時に反射光も照射できる機構を備えていることが望ましい。レンズは、収差のないものを用いる。

b) 測長系 測長系には、スケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。

c) 処理系 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有する事が望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) 準備 光学顕微鏡の倍率をあらかじめ校正しておく。観察箇所が直接観察できない場合、ダイシングもしくは研磨等の手法により測定試料を滑らかに切断した後、測定箇所を測長ステージに設置する。
- b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、光配線板断面又は光導波路断面が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは顕微鏡やCCDカメラからの映像処理により、光配線板厚、光導波路厚（オーバークラッド厚、コア高さ、アンダークラッド厚）を算出する。光学顕微鏡に測長機構がある場合、目視により測定対象を確認することもできる。

A. 5.3 NFP法による方法 コア厚に関しては A. 10.1 同様、NFP法により測定することもできる。

A. 6 ミラーの測定方法 測定方法には、直接ミラーの断面を観察する方法と、共焦点顕微鏡等の装置を用いて光学的に測定する方法とがある。

A. 6.1 断面観察による方法

(1) 測定装置 測定装置は、観察系、測長系、処理系等で構成する。構成例は図A. 1-1を参照する。

- a) 観察系 光学顕微鏡、CCDカメラ等により光導波路、コア、光配線板、ミラーを認識する。観察系には試料に対して透過光と同時に反射光も照射できる機構を備えていることが望ましい。レンズは、収差のないものを用いる。
- b) 測長系 測長系には、スケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。
また、記録された映像を印刷して測定器具により測定することも可能。
- c) 処理系 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有する事が望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

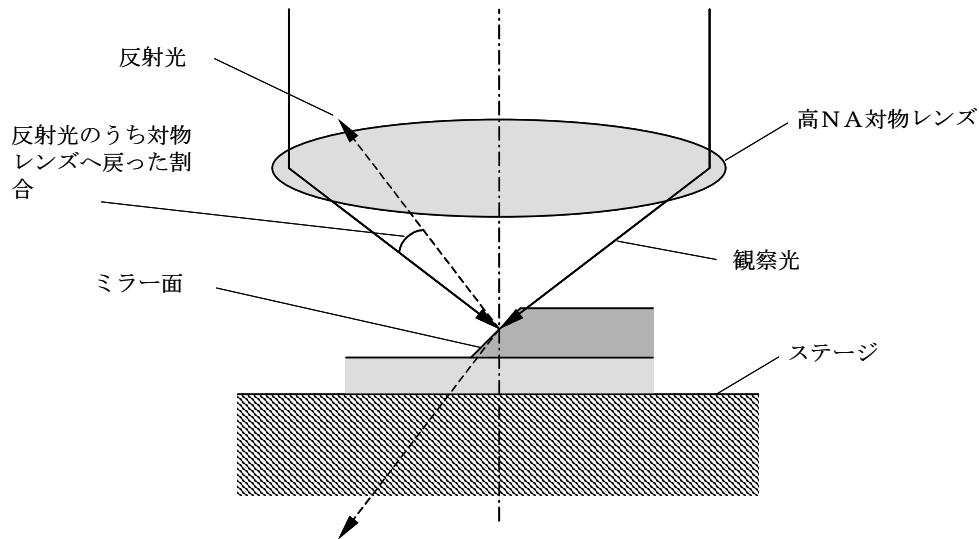
- a) 準備 光学顕微鏡の倍率をあらかじめ校正しておく。ダイシングもしくは端面研磨等の手法により、測定試料の光導波路とミラー反射後の出射光を含む面を滑らかな鏡面に切断する。測定箇所を測長ステージに設置する。
- b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、ミラー面とコア、光導波路、光配線板いずれかの端面が確認できる位置に測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは顕微鏡やCCDカメラからの映像処理により、コア寸法を算出する。光学顕微鏡に測長機構がある場合、目視により測定対象を確認することもできる。

A. 6.2 共焦点顕微鏡を用いた方法

(1) 測定装置 少なくとも高開口数 (NA) (例えば0.95) の対物レンズ、及び共焦点顕微鏡像の解析が可能なソフトウェアを有する共焦点顕微鏡装置を用いる。測定状態の概略を図A. 6. 2-1に示す。同図に示すように、ミラー面は開放されており(顕微鏡で観察可能である、かつ透明体に埋もれていない)、規格本文6. 2. 1「測定対象」の(4)に記載の上側境界線(以下基準面ともいう)上にL1及びL2を設定して角度を測定する。サンプルは、そのままステージの上に積載される。

- a) 観察系 対物レンズとしては、倍率50～150倍、NA 0.95、できるだけ作動距離の大きいもの、各種収差の小さいものを使用する。

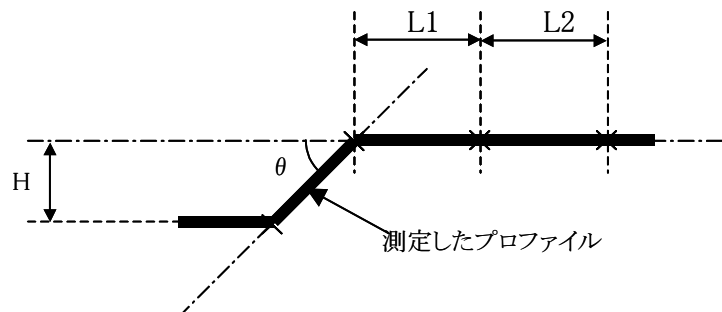
- b) 処理系 解析ソフトウェアは取り込んだ像の基準面が指定でき、ミラー断面のプロファイルを得ることができ、
6.2.1 (測定対象) の(4)に記載の角度を求められるものが望ましい。



図A. 6. 2-1 共焦点顕微鏡を用いたミラー角度測定の概略

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) 準備 試料をステージ上に搭載する。(ミラー面は露出、上向き(対物レンズに対向)のこと。)
- b) 測定 通常の光学顕微鏡と同様に試料(もしくはステージ)を移動させて、測定対象のミラー面を観察視野内に収める。続いて適当な対物レンズ(50~150倍, NA 0.95等)を選択し、共焦点観察モードにて三次元形状プロファイルを測定・取得する。
- (3) 算出 得られた三次元形状プロファイルから、傾斜断面プロファイルを得る。得られた断面プロファイルにL1及びL2を設定し、6.2.2(算出方法)に記載と同様の方法でミラー角度を算出する。一例を図A. 6. 2-2に示す。



図A. 6. 2-2 共焦点顕微鏡を用いて測定したミラー角度プロファイルの一例

A.7 ホールサイズの測定方法 測定方法には、下記の顕微鏡でホールサイズを観察する方法がある。

A.7.1 上方からの顕微鏡観察による方法

(1) 測定装置 測定装置は観察系、測長系、処理系等で構成する。構成例の一例は図A.1-1を参照する。

- a) 観察系 光学顕微鏡、CCDカメラ等により、ホールを認識する。
- b) 測長系 測長系にはスケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に、同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。
- c) 処理系 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有することが望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) 準備 光学顕微鏡の倍率と画像上のサイズの相関をあらかじめ校正する。
- b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、ホール形状が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくはビデオカメラからの映像処理により、ホール寸法を算出する。

A.7.2 断面顕微鏡観察

(1) 測定装置 測定装置は観察系、測長系、処理系等で構成する。構成例は図A.1-1を参照する。

- a) 観察系 光学顕微鏡、CCDカメラ等により、ホール断面を認識する。
- b) 測長系 測長系にはスケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に、同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。
- c) 処理系 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有する事が望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) 準備 光学顕微鏡の倍率と画像上のサイズの相関をあらかじめ校正する。被測定物は切断、端面研磨等の手法により、ホールの中心となる位置から垂直に切断し、バリ等を除去する。
- b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、ホール形状が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくはビデオカメラからの映像処理により、ホールの最大径と最小径を算出する。

A.7.3 レーザ走査法

(1) 測定装置 測定装置は観察系、測長系等で構成する。構成例は図A.6.2-1を参照する。

- a) 観察系 光学顕微鏡、CCDカメラ等により、ホールを認識する。
- b) 測長系 顕微鏡観察系と同じ光路に入射されたレーザ光を用いる。レーザ光は、観察系の対物レンズで被測定物上で集光、反射され往路と同じ光路を通過して、ピンホールを用いたレーザ集光地位に集光される。被測定物との距離がレンズの焦点と一致したとき、集光されたレーザの強度が最も強くなり、被測定物を3次元的に動かし、反射されたレーザ光強度を測定することにより物体の3次元構造を測定する。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

- a) 準備 被測定物のホール中にごみ等のないことを確認して、レーザ走査装置の試料台に被測定物を設置する。

b) **測定** レーザ走査の上限高さ下限高さを設定し、任意の測定範囲を走査する。

(3) **算出方法** ホール深さは、信号処理によって次の方法で算出する。

基板上面と、ホール下面の相対位置をレーザ走査法により測定し、その相対位置差をホール深さとする。

A.8 光配線ピッチの測定方法

A.8.1 断面観察による方法

(1) **測定装置** 測定装置は、観察系、測長系、処理系等で構成する。構成例は図A.1-1を参照する。

- a) **観察系** 光学顕微鏡、CCDカメラ等により光導波路、コア、光配線板、ミラーを認識する。観察系には試料に対して透過光と同時に反射光も照射できる機構を備えていることが望ましい。レンズは、収差のないものを用いる。
- b) **測長系** 測長系には、スケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。
また、記録された映像を印刷して測定器具により測定することも可能。
- c) **処理系** 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有する事が望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) **手順** 手順の一例を以下に記述する。

- a) **準備** 光学顕微鏡の倍率をあらかじめ校正しておく。ダイシングもしくは端面研磨等の手法により、測定試料のコア端面を、光配線軸に直角で滑らかな鏡面に切断する。コア端面が試料表面に露出する場合、同コア端面を測定することもできる。任意の測定箇所を測長ステージに設置する。
- b) **測定** 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、ミラー面とコア、光導波路、光配線板いずれかの端面が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくは顕微鏡やCCDカメラからの映像処理により、コア寸法を算出する。光学顕微鏡に測長機構がある場合、目視により測定対象を確認することもできる。

(3) **算出方法** 光配線ピッチは、信号処理によって隣り合った2つのコアの中心を測定し、これらの距離から算出する。

A.8.2 ファイバ調芯機による方法

(1) **測定装置** ファイバ調芯装置は、光源、自動調芯ステージ、入射/受光ファイバ、パワーメータ等で構成する。構成の一例は図A.2.1.2-1を参照する。

- a) **光源** 光配線板で用いる波長の光源を準備する。レーザ、LED、ASE光源等が用いられる。
- b) **自動調芯ステージ** アクティブ調芯可能な装置を用いる。また、信号処理装置により測長機能を付与しておく。
- c) **入射/受光ファイバ** 光導波路コア形状に応じて最適な入射側、出射側の光ファイバを選択しておく。光配線板へ光を入射する側の光ファイバのコア径は、光導波路のコア内径よりも小さいものを選ぶ。一方、光配線板から出射する光を受光する側の光ファイバには、光導波路のコア外径よりも大きい光ファイバを用いることが望ましい。入射側はモードスクランブラー等を用いて、モードを安定化させておく。
- d) **パワーメータ** 出射側の光強度を測定し、信号処理により自動調芯ステージへフィードバックし最大光強度を得られる位置を短時間で決定する。

(2) **手順** 手順の一例を以下に記述する。

- a) **準備** A.3.1に準じる。

b) 測定 断面を切り出した光配線板サンプルを自動調芯ステージに置き、入出力それぞれのファイバを測定コア部に接近させて、自動調芯測定を開始する。光出射強度が最大になる位置をコア中心として座標を記録する。

(3) 算出方法 光配線ピッチは、求める隣接のコア中心を上記手順により測定し、これら2点間の座標の差から算出する。

A.9 光配線長の測定方法

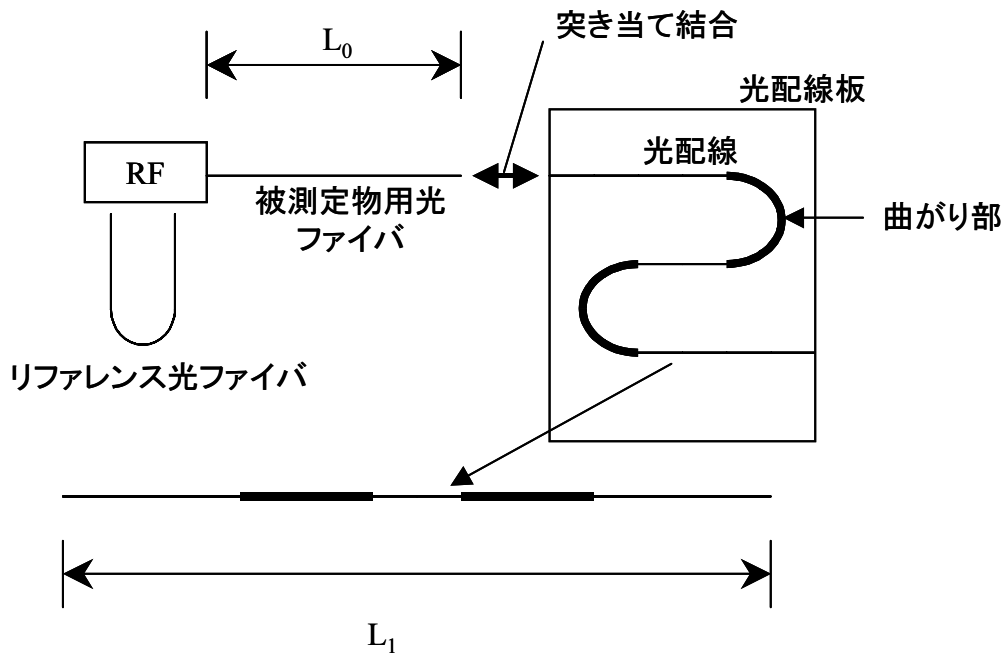
光配線長 光配線板内の光入出力ポート間の長さを光配線長とする。

測定対象 光配線長は、図A.9.1-1に示すように、光入出力間の光配線を構成する直線及び曲線の長さの和である。

A.9.1 リフレクトメータによる方法

(1) 測定装置

- a) 装置：光源、リフレクトメータ、光ファイバで構成する。
- b) 光源：波長 1300nm。低コヒーレンスな光源を使用することを推奨する。
- c) リフレクトメータ：空間分解能 $200\mu\text{m}$ 以下の高分解能リフレクトメータを使用する。
- d) 光ファイバ：対象物と同じもしくは近い NA、屈折率の光ファイバを使用する。



図A.9.1-1 リフレクトメータ (RF) による光配線長 (L_1) の測定例を示した模式図

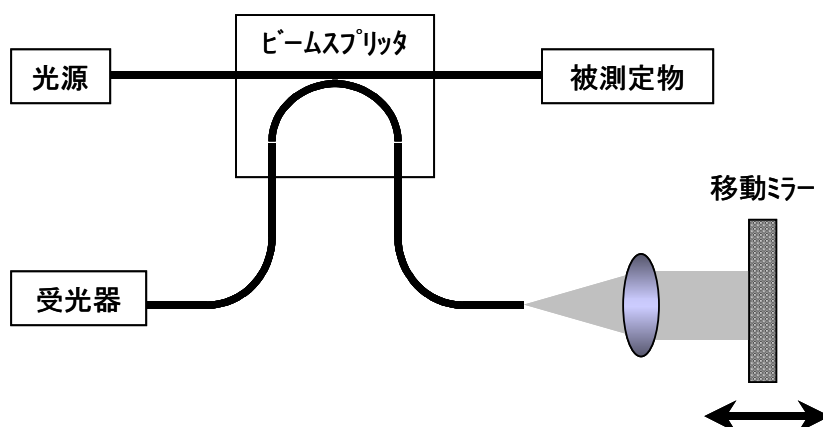
(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

測定 図A.9.1-1に高分解能リフレクトメータ (RF) を用いた光配線長の測定方法の概略を示した。被測定物用光ファイバ (MF_0) リファレンス光ファイバ (MF_R) を同じ種類 (コア径, NA, 屈折率) とする。 MF_0 の長さ L_0 と MF_R の長さ L_R の差分を $\leq 50\text{mm}$ とし、光配線板の光配線長 (L_1) と L_0 を加えた長さが $\leq 1000\text{mm}$ となるように L_0 の長さを調

節する。 L_1 は戻り光と光配線（コア）の屈折率から求められる。突き当て結合するときに、マッチングオイルは使わない。

(3) 算出方法 光配線長は、信号処理によって、次の方法で算出する。

測定原理を図A. 9. 1-2に示した。ビームスプリッタにより二分された光信号の一方は、被測定物に入射されて内部の反射点から光信号が戻り、他方は移動ミラーにより反射された光信号が戻る。被測定物の光路長と、移動ミラーまでの光路長が一致したとき、2つの信号は干渉するため、移動ミラーをスキャンすることにより、反射位置が求まる。この移動位置と光配線のコアの屈折率から光配線長を算出する。



図A. 9. 1-2 リフレクトメータを用いた光配線長の測定原理

(4) 測定精度 コアサイズが $40\mu\text{m}$ の光配線光路長を空間間分解能 $20\mu\text{m}$ のリフレクトメータで測定した場合、光配線長の測定精度は $60\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

A. 9. 2 光学顕微鏡による方法

光配線が直線や簡単な円弧である場合、光配線長は光学顕微鏡を用いて、各変位点の座標を測ることで、配線長を求めることが出来る。特に円弧で近似する場合、その近似からのズレが生じることがある。このズレが得られる光配線長の不確かさになることに注意する。

(1) 測定装置 測定装置は、観察系、測長系、処理AAQ系等で構成する。構成例は図A. 1-1を参照する。

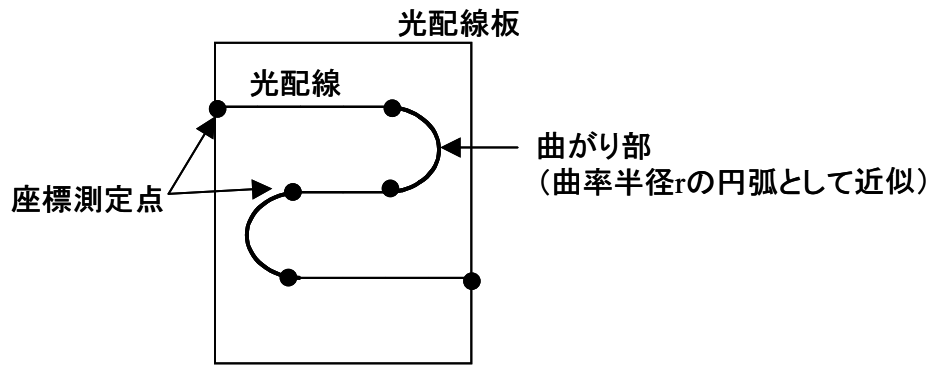
- 観察系** 光学顕微鏡、CCDカメラ等により光導波路、コア、光配線板、ミラーを認識する。観察系には試料に対して透過光と同時に反射光も照射できる機構を備えていることが望ましい。レンズは、収差のないものを用いる。
- 測長系** 測長系には、スケールを有する測長ステージ等を用いる。試料ステージもしくは観察系側に同様の測長機構を持たせても良い。また、信号処理装置に測長機能を持たせることで代替することもできる。また、記録された映像を印刷して測定器具により測定することも可能。
- 処理系** 観察系から入力される映像信号を解析する機能を持つ。輝度差を検出する画像処理機構を有する事が望ましい。観察系に測長機構がある場合、信号処理系を省くこともできる。

(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

a) 準備 光学顕微鏡の倍率と画像上のサイズの相関をあらかじめ校正する。

b) 測定 光学顕微鏡の焦点位置を調整し、ホール形状が確認できる位置に、測長ステージもしくは光学顕微鏡を移動する。測長ステージもしくはビデオカメラからの映像処理により、変位点の座標を求める。

(3) 算出方法 測定した座標、近似した曲げ半径から距離を求める。その距離にコアの屈折率から光配線長を算出する。



図A. 9. 1-3 光学顕微鏡を用いた光配線長の測定方法 (●が座標測定ポイント)

A. 10 コア形状の測定方法

A. 10. 1 NFP法

光導波路の屈折率分布を測定し、光導波路の構造パラメータを算出する。

NAは、最大理論NAから換算式を用いて求められ、最大理論NAと値が異なる。

以下測定方法は、JIS C 6822 (マルチモード光ファイバ構造パラメータ試験方法) に準拠する。

(1) 測定装置

測定装置は、光源、入射装置、液体セル、検出装置等で構成する。構成の一例を、図A. 10. 1-1に示す。

a) 光源 光源には、He-Neレーザ等のビームスポットの小さな光を用いる。波長は、850nm程度の短い波長がよい。

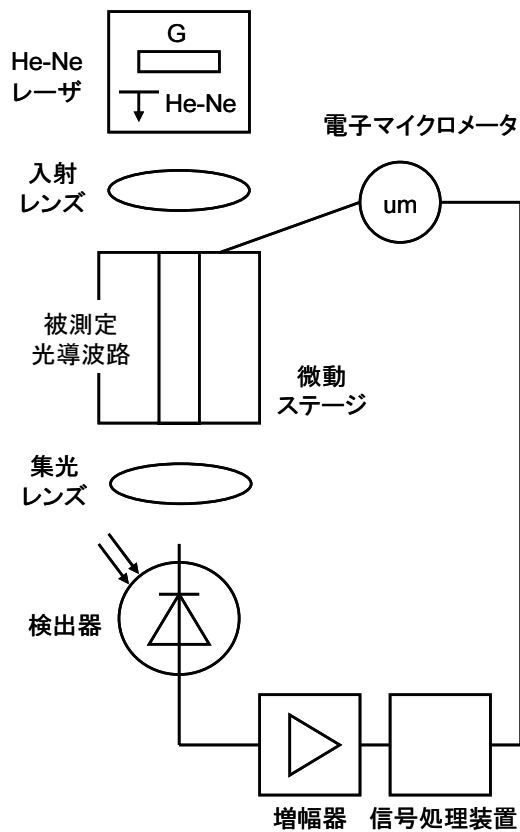
b) 入射装置 入射装置は、光導波路のNAに対応する角度以上の入射角で、光ビームが光導波路の端面に入射するようなレンズ系で構成する。光ビームは、光導波路端面上で走査でき、光導波路端面上のビームスポットは、高分解能を得るために、できるだけ小さくしなければならない。

c) 検出装置 検出装置は、屈折光を集光するレンズ及び検出器等で構成する。

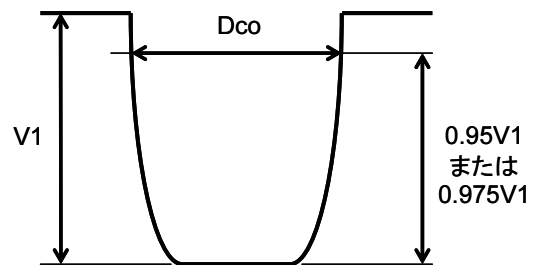
(2) 手順 手順の一例を以下に記述する。

a) 準備 あらかじめ、コアとクラッドの屈折率差が既知の光導波路について、基準となる光出力を測定しておく。光導波路の片端を、光導波路軸に直角で滑らかな鏡面に切断する。

b) 測定 光導波路端面上に入射光が焦点を結ぶように光導波路位置を調整する。入射光を光ファイバ端面上で走査し、検出装置を通して検出する。屈折率分布は、図A. 10. 1-2に示すように検出される。



図A. 10. 1-1 RNF法の測定系の一例



図A. 10. 1-2 RNF法の屈折率分布に対応した出力

(3) 算出方法 構造パラメータは、信号処理によって次の方法で算出する。

- a) コア／クラッド境界 図A. 10. 1-2で示す最大屈折率差となる光出力を $V1$ とし、最小屈折率となる光出力からの差が $0.025V1$ 又は $0.05V1$ となる境界をコア／クラッド境界とする。
- b) コア形状 コア／クラッド境界を四角形もしくは円で重ねあわせる。重ねあわせる四角形もしくは円は 6.1 （コア形状）に準ずる。
- c) その他コア形状パラメータ その他コア形状パラメータは、6.1.1（測定対象）に準じて決定する。

本書に関して、ご意見、ご要望等がありましたら、本用紙にご記入の上、工業会事務局（Fax 03-5310-2021, e-mail : std@jpca.org）までご送付下さい。次回改訂の際に参考とさせていただきます。

会社名		氏名	
		役職	
住所	〒 ☎		

————— 禁 無 断 転 載 —————

J P C A規格
光導波路を用いた光配線板の寸法測定方法

平成19年5月28日 第1版第1刷発行
平成20年6月10日 第2版第1刷発行

編集兼
長 嶋 紀 孝
発行人

発行所

社団法人 日本電子回路工業会

〒167-0042 東京都杉並区西荻北3-12-2

回路会館2階

Tel 03-5310-2020

Fax 03-5310-2021

<http://www.jpca.org/>

JPCA