

(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2004-226404
(P2004-226404A)

(43) 公開日 平成16年8月12日(2004.8.12)

(51) Int. Cl.⁷

GO1L 1/00
GO1M 11/00

F I

GO1L 1/00
GO1M 11/00

テーマコード(参考)

2G086

審査請求有 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-10539 (P2004-10539)
(22) 出願日 平成16年1月19日(2004.1.19)
(31) 優先権主張番号 2003-004581
(32) 優先日 平成15年1月23日(2003.1.23)
(33) 優先権主張国 韓国(KR)

(71) 出願人 390019839
三星電子株式会社
大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
(74) 代理人 100067644
弁理士 竹内 裕
(72) 発明者 金 現哲
大韓民国慶尚北道龜尾市九坪洞大宇アパ
ート102棟805號
(72) 発明者 李 永燮
大韓民国慶尚北道龜尾市松亭洞183番地
(72) 発明者 盧 成仁
大韓民国慶尚北道龜尾市眞坪洞46B-1
Fターム(参考) 2G086 DD05

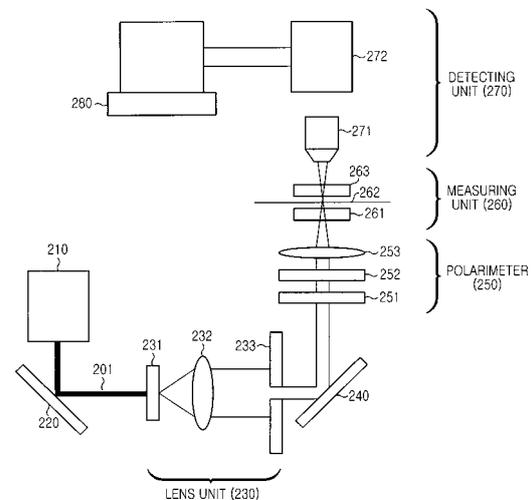
(54) 【発明の名称】 光ファイバの残留応力測定装置

(57) 【要約】

【課題】 残留応力測定用の光の位相及び経路の攪乱を防止し、光ファイバ内の状態をより正確に検出することのできる光ファイバの残留応力測定装置を提供する。

【解決手段】 残留応力測定用の測定光201を出力する光源210と、測定光を視準化させるレンズ系230と、測定光を偏光させて光ファイバ262に収束させる偏光計250と、光ファイバを支持するスライドガラス261と、光ファイバを透過した測定光の所定の偏光成分のみを選択的に透過させ、スライドガラスと対向した位置に配置されて光ファイバをカバーするアナライザ263と、アナライザを通過した測定光を映像化する検出部270と、を備える残留応力測定装置を提供する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光ファイバの残留応力測定装置において、
残留応力を測定するために使用される測定光を出力する光源と、
測定光を偏光させて光ファイバに収束させる偏光計と、
前記光ファイバを支持するスライドグラスと、
前記光ファイバを透過した前記測定光の所定の偏光成分のみを選択的に透過させ、前記スライドグラスと対向した位置に配置されて前記光ファイバをカバーするアナライザと、
前記アナライザを通過した前記測定光を映像化する検出部と、を備えることを特徴とする残留応力測定装置。

10

【請求項 2】

光源による測定光が偏光計へ入る前に視準化させるレンズ系と、
検出部による映像化結果に基づいて光ファイバの状態をモニタリングする制御部と、
前記レンズ系によって視準化された前記測定光の経路を変更するために、前記レンズ系と前記偏光計との間に予め設定された角度で傾斜して位置した反射鏡と、をさらに備える請求項 1 記載の残留応力測定装置。

【請求項 3】

光ファイバを間に挟んで対向配置されたアナライザとスライドグラスとの間にマッチングオイルを注入する請求項 1 記載の残留応力測定装置。

【請求項 4】

検出部は、アナライザを通過した測定光を結像させる対物レンズと、前記対物レンズによって結像された像を映像化する CCD カメラと、から構成される請求項 1 記載の残留応力測定装置。

20

【請求項 5】

偏光計は、直線偏光させた測定光を円偏光させた測定光に位相変化させる複屈折結晶板を有する請求項 1 記載の残留応力測定装置。

【請求項 6】

光ファイバの残留応力測定装置において、
光ファイバを支持するスライドグラスと、
前記光ファイバを間に挟んで前記スライドグラスと対向して位置して前記光ファイバをカバーし、前記光ファイバを透過した光の所定の偏光成分のみを選択的に透過させるアナライザと、を備えたことを特徴とする残留応力測定装置。

30

【請求項 7】

アナライザは、光ファイバの残留応力によって位相変化された偏光成分を遮断する請求項 6 記載の残留応力測定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光ファイバの残留応力測定装置に関し、特に、光弾性効果を利用した光ファイバの残留応力測定装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

一般的に、光ファイバの残留応力(residual stress)は、高温における線引き中に発生する。残留応力とは、完成した光ファイバの内部に除去されずに一部残存する応力を意味する。この残留応力は、光ファイバの光散乱による光損失を増加させ、光弾性(photoelastic)効果によって屈折率を変化させる。従って、光ファイバ内の残留応力の分布及び大きさを正確に測定して最適化する技術が要求される。

【0003】

通常、光ファイバの残留応力は、光弾性効果を利用して測定される。光弾性効果は、媒質に残っている応力の方向に従って屈折率が変化する現象を意味する。この光弾性効果が

50

あると、入射光は光ファイバ内に形成された残留応力によって位相が変化する。

【0004】

図1は、従来の光ファイバの残留応力測定装置を示すブロック図である。図2は、図1の検出部及び測定部を示す部分図である。図1及び図2を参照すると、従来の技術による光ファイバの残留応力測定装置は、光ファイバの残留応力を測定するための光101を出力する光源110、光101を視準化するレンズ系130、偏光計150、測定部160、残留応力によって発生した光101の位相変化を検出するための検出部170、光源110とレンズ系130との間に位置した第1反射鏡120、及びレンズ系130と偏光計150との間に位置する第2反射鏡140を備えている。

【0005】

光源110は、光ファイバ162の残留応力を検出するための光101を出力する。この光源としては、干渉性及び偏光選択性が優れたレーザを使用することができる。一般的には、ヘリウム-ネオン(He-Ne)レーザが用いられる。

【0006】

レンズ系130は、光源110から出力された光101を発散するための放散器(diffuser)131、放散器131によって発散された光を視準化する視準化レンズ(collimating lens)132、及び視準化レンズ132の後方に位置する開口133を有する。通常、視準化レンズ132としては、凸レンズ(convex lens)を使用することができる。

【0007】

第2反射鏡140は、レンズ系130によって視準化された光101を偏光計150の方に経路変更するデバイスであり、予め設定された傾斜でレンズ系130と偏光計150との間に位置する。

【0008】

一般的に、光ファイバ及び光ファイバ母材の残留応力の測定は、光弾性(Photoelasticity)効果を利用して遂行される。この光弾性効果による光ファイバ及び光ファイバ母材の残留応力測定方法は、予め設定された偏光成分を有する光を残留応力を測定する素材に透過させた後、その偏光成分の光の変化を検出する方法である。

【0009】

このような光弾性効果を利用した光ファイバ及び光ファイバ母材の残留応力及びその他の応力の測定に対する代表的な3つの論文として、非特許文献1～3がある。

【0010】

【非特許文献1】『"Measurement of Stress in Optical Fiber and Preform" by P. L. Chu, T. Whotbread et al, published in Appl. Opt. 1982.21, PP 4241 to 4245』

【非特許文献2】『"Fast Photoelastic Stress Determination Application to Monomode Fibers and Splices" by Th. Rose, D. Spriedgel, J. R. Kropp et al, published in Sci. Technol. 4, PP 431 to 434 (1993)』

【非特許文献3】『"A Microscope for Measuring Axial Stress Profiles in Optical Fibers with High Spatial Resolution and Low Noise" by K. W. Raine, published at "4th Optical Fiber Measurement Conference (NPL Teddington UK)" in 1997』

【0011】

偏光計150は、反射鏡140から入射された光101を予め設定された偏光方向に沿って直線偏光させる偏光子151、その直線偏光させた光を円偏光に位相変化させる / 4板(波長板)152、及び / 4板152で円偏光させた光を、残留応力測定のためにスライドガラス161とカバーガラス163との間に位置した光ファイバ162に収束するレンズ153を有する。偏光計150は、レンズ系130から入力された光を円偏光させた光に位相変化させた後、その円偏光ビームを残留応力測定対象の光ファイバ162に入力させる。

【0012】

測定部160は、残留応力を測定する対象の光ファイバ162、光ファイバ162を支持するスライドガラス161、及び光ファイバ162を間に挟んでスライドガラス161

10

20

30

40

50

と対向して位置するカバーガラス163を備えている。スライドガラス161とカバーガラス163との間には特に、光ファイバ162が挿入された周辺にマッチングオイル164が注入される。マッチングオイル164は、光ファイバ162の屈折率同等の屈折率を有し、光ファイバ162とカバーガラス163及びスライドガラス161との間の屈折率差により生じ得る、測定部160を通過した光の位相変化及び誤差を最小化する。

【0013】

カバーガラス163は、単純に光ファイバ162を固定する役割をもつ。カバーガラス163は、光ファイバ162との屈折率差を最小化し、カバーガラス163を進行する光の位相変化を最小化するために、できるだけ薄くすることが望ましい。

【0014】

検出部170は、測定部160から入力された光の偏光状態変化を検出して、光ファイバ162の残留応力の有無及び程度を判断する。検出部170は、測定部から入力された光を拡大するための高倍率の対物レンズ171、光ファイバを通過した光を分析して光101の予め設定された偏光成分を選択的に通過させるアナライザ172、及びアナライザ172から入力された光101を電気信号に変換して映像信号として出力するCCDカメラ173から構成される。

【0015】

以上の構成のうち、カバーガラス163は、光ファイバ通過後の円偏光された光の位相及び経路を攪乱させ、光弾性効果を利用した前述の光ファイバの残留応力測定方法において誤差の要因として作用するという問題点がある。従って、光ファイバ及び光ファイバの母材の残留応力を測定する方法の改善が必要である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明の目的は、残留応力の測定のために使用される光の位相及び経路の攪乱を防止し、光ファイバ内の状態をより正確に検出することのできる光ファイバの残留応力測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

このような目的を達成するための本発明による光ファイバの残留応力測定装置は、残留応力を測定するために使用される測定光を出力する光源と、測定光を偏光させて光ファイバに収束させる偏光計と、光ファイバを支持するスライドガラスと、光ファイバを透過した測定光の所定の偏光成分のみを選択的に透過させ、スライドガラスと対向した位置に配置されて光ファイバをカバーするアナライザと、アナライザを通過した測定光を映像化する検出部と、を備えることを特徴とする。この残留応力測定装置は、光源による測定光が偏光計へ入る前に視準化させるレンズ系と、検出部による映像化結果に基づいて光ファイバの状態をモニタリングする制御部と、レンズ系によって視準化された測定光の経路を変更するために、レンズ系と偏光計との間に予め設定された角度で傾斜して位置した反射鏡と、をさらに備えることができる。また、偏光計は、直線偏光させた測定光を円偏光させた測定光に位相変化させる複屈折結晶板を有するものとするといよい。

【0018】

また、本発明によれば、光ファイバの残留応力測定装置において、光ファイバを支持するスライドガラスと、その光ファイバを間に挟んでスライドガラスと対向して位置して光ファイバをカバーし、該光ファイバを透過した光の所定の偏光成分のみを選択的に透過させるアナライザと、を備えることを特徴とする。このアナライザは、光ファイバの残留応力によって位相変化された偏光成分を遮断するものとするができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明は、従来のカバーガラスの位置にアナライザを適用することによって、光ファイバの残留応力を測定するための光の偏光成分の位相変化及び経路変化を最小化することが

10

20

30

40

50

でき、応力測定時に発生する誤差要因を最小化することができる。さらに、対物レンズを、測定される光ファイバにさらに近接して配置することができる、高倍率の対物レンズを使用することができる。つまり、アナライザを光ファイバに密着して配置するので、減少された位相差によって残留応力測定の際に発生する誤差を最小化することができ、対物レンズの倍率を向上させることができるという利点がある。その結果、検出部によって映像化されたイメージを容易に拡大することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の好適な実施形態について添付図を参照しつつ詳細に説明する。下記の説明において、本発明の要旨のみを明確にする目的で、関連した公知機能又は構成に関する具体的な説明は省略する。 10

【0021】

図3は、本発明による光ファイバの残留応力測定装置の一例を示す。また図4は、図3の測定部及び検出部を示している。図3及び図4を参照すると、光ファイバの残留応力測定装置は、光を出力する光源210、レンズ系230、測定光201を偏光状態に位相変化させる偏光計250、測定光201の位相変化を測定する測定部260、光検出部270、光源210とレンズ系230との間に位置する第1反射鏡220、及びレンズ系230と偏光計250との間に位置する第2反射鏡240を備えている。

【0022】

光源210は、光ファイバ262の残留応力の有無を検出するための測定光201を生成する。光源210としては、干渉性及び偏光選択性が優れた光を生成することができるレーザを使用することができる。たとえば、He-Neレーザを使用することが望ましい。 20

【0023】

第1反射鏡220は、光源210の出力側に位置して光源210から出力される測定光201をレンズ系230に入力させる。

【0024】

レンズ系230は、放散器231、視準化レンズ232、及び開口233を含む。レンズ系230は、光源210から入力された測定光201を視準化する。視準化レンズ232としては凸レンズが使用され、視準化レンズ232と放散器231を並べて配列することによって、光源210から入力された光を視準化する。 30

【0025】

第2反射鏡240は、レンズ系230によって視準化された測定光201の経路を変更し、偏光計250に入射させる。反射鏡240は、予め設定された角度の傾斜でレンズ系230と偏光計250との間に位置する。

【0026】

光ファイバ262の残留応力は、光弾性効果を利用して測定される。この方法は、予め設定された偏光成分に偏光された測定光201を光ファイバ262に照射した後、光ファイバ262内の残留応力によってその偏光された測定光の位相変化が発生することを利用した方法である。位相変化による偏光測定光の強度変化を検出することによって、光ファイバ262の残留応力が測定される。 40

【0027】

偏光計によって偏光された光が光ファイバを通過する時、該測定光を構成する一部の偏光成分は、残留応力によってその位相が不規則に変化する。アナライザは、光ファイバを通過した光のうち、予め設定された偏光成分のみを選択的に通過させる。アナライザを通過した後、測定光の強度は、アナライザに入射される前の強度に比べて変化する。続けて偏光測定光の強度を測定することによって、光ファイバの残留応力を検出する。

【0028】

偏光計250は、第2反射鏡240から入射された測定光201を予め設定された偏光方向に沿って直線偏光する偏光子251、その直線偏光された測定光を円偏光された光に 50

位相変化させる / 4板 2 5 2、及び / 4板 2 5 2 によって円偏光された光を、残留応力測定対象の光ファイバ 2 6 2 に収束させるレンズ 2 5 3 から構成される。従って、偏光計 2 5 0 は、レンズ系 2 3 0 からの視準化測定光を円偏光測定光に位相変化させて光ファイバ 2 6 2 に入射させる。

【 0 0 2 9 】

偏光子 2 5 1 は、レンズ系 2 3 0 から入射された測定光を予め設定された偏光方向に沿った光に直線偏光させた後、この直線偏光させた光を / 4板 2 5 2 に対して予め設定された角度で入力する。

【 0 0 3 0 】

数式 1 及び数式 2 は、時空間関数である。数式 1 は、測定光の偏光成分の x 軸成分 (E_x) を示し、数式 2 は、測定光の偏光成分の y 軸成分 (E_y) を示す。 10

【 0 0 3 1 】

[数 1]

$$E_x = E_{x0} \sin(kz - \omega t + \phi_1)$$

【 0 0 3 2 】

E_x は、測定光の偏光成分の x 軸成分、 E_{x0} は、 E_x 成分の振幅(amplitude)、 $\sin(kz - \omega t + \phi_1)$ は、z 軸に沿って進行する E_x 成分の波形を示す。 kz は、 E_x 成分が k だけの波数を有して z 軸にそって進行することを示し、 ω は、 E_x 成分の角周波数、 ϕ_1 は、 E_x 成分の初期位相値を示す。

【 0 0 3 3 】

[数 2]

$$E_y = E_{y0} \sin(kz - \omega t + \phi_2)$$

【 0 0 3 4 】

E_y は、測定光の偏光成分のうち y 軸成分、 E_{y0} は、 E_y 成分の振幅(amplitude)、 $\sin(kz - \omega t + \phi_2)$ は、z 軸に沿って進行する E_y 成分の波形を示す。 kz は、 E_y 成分が k の波数を有して z 軸に沿って進行することを意味し、 ω は、 E_y 成分の角周波数を、 ϕ_2 は、 E_y 成分の初期位相値を示す。 20

【 0 0 3 5 】

つまり、偏光子 2 5 1 は、レンズ系 2 3 0 から入射された測定光の偏光成分を予め設定された偏光方向に沿って直線線偏光させ、 / 4板 2 5 2 に直線偏光測定光を 45° の角で入力する。 30

【 0 0 3 6 】

/ 4板 2 5 2 は、方解石、雲母(mica)などの複屈折結晶を使用する。この複屈折物質は、異なる 2 つの屈折率を有するので、異なる速度で進行する偏光成分に割る役割をする。つまり、方解石は、内部に入射された光を、屈折方式を充足する常光線(Ordinary ray)と、屈折方式を充足しない異常光線(extraordinary ray)とに分離する。このような現象を複屈折と称する。この複屈折現象は、媒質内の屈折率差に起因する。従って、複屈折媒質を進行する光は、異なる屈折率によって、進行経路及び進行速度が違ってくる。例えば、異常光線の速度が常光線の速度より小さい場合を正結晶(positive crystal: 水晶)、反対に、異常光線の速度が常光線の速度より大きい場合を負結晶(negative crystal: 方解石)と称する。従って、複屈折媒質を進行する光は、複屈折媒質の異なる屈折率によって偏光成分を構成する成分間に位相差及び速度差を生じさせる。 40

【 0 0 3 7 】

測定部 2 6 0 は、スライドガラス 2 6 1、スライドガラス 2 6 1 と対向して位置し、光ファイバ 2 6 2 をカバーするアナライザ 2 6 3 を有している。アナライザ 2 6 3 とスライドガラス 2 6 1 との間に光ファイバ 2 6 2 が挿入される。この光ファイバ 2 6 2 の周辺に光ファイバ 2 6 2 の屈折率同等の屈折率を有するマッチングオイル 2 6 4 を塗布することで、測定部 2 6 0 を構成する構成要素間の屈折率差による円偏光測定光の位相変化及び測定誤差を最小化する。

【 0 0 3 8 】

光ファイバ 262 は、スライドガラス 261 の上面に位置する。スライドガラス 261 は、光ファイバ 262 の屈折率と同等の屈折率を有し、できるだけ薄くすることで、スライドガラス 261 を進行する間に円偏光測定光の位相変化及び経路変化を最小化する。

【0039】

アナライザ 263 は、光ファイバ 262 内の残留応力によって位相が変化した偏光成分は遮断する。さらに、アナライザ 263 は、スライドガラス 261 と対向した位置で光ファイバ 262 をカバーし、光ファイバ 262 を支持するカバーガラスの役割ももつ。

【0040】

検出部 270 は、アナライザ 263 から出力された光を映像化するもので、アナライザ 263 から出力された光を結像するための対物レンズ 271、及び対物レンズ 271 によって結像されたイメージを映像化する CCD カメラ 272 を備えている。

10

【0041】

制御部 280 は、検出部 270 からの映像化した光に基づいて光ファイバ 262 の状態をモニタリングする。

【0042】

以上、本発明を具体的な実施形態を参照して詳細に説明してきたが、本発明の範囲は前述の実施形態によって限られるべきではなく、本発明の範囲内で様々な変形が可能であるということは、当該技術分野における通常の知識を持つ者には明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0043】

20

【図 1】従来技術による光ファイバの残留応力測定装置の構成を示す図。

【図 2】図 1 の測定部及び検出部を示す図。

【図 3】本発明による光ファイバの残留応力測定装置の一例を示す図。

【図 4】図 3 の検出部及び測定部を示す図。

【符号の説明】

【0044】

201 測定光

210 光源

220, 240 反射鏡

230 レンズ系

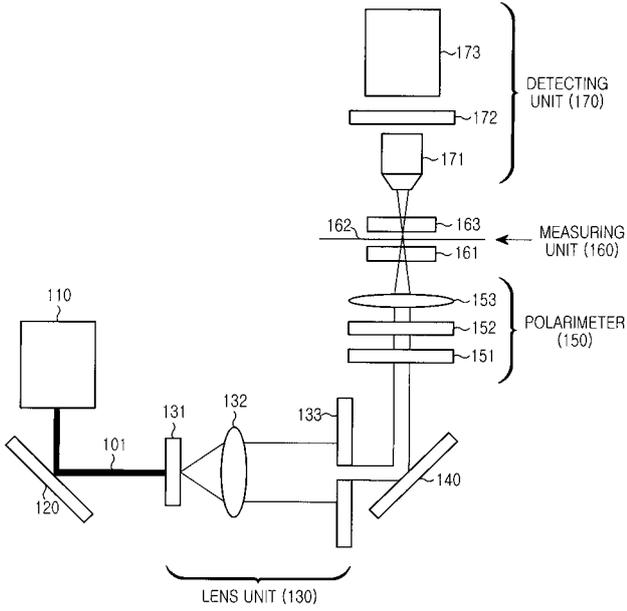
250 偏光計

260 測定部

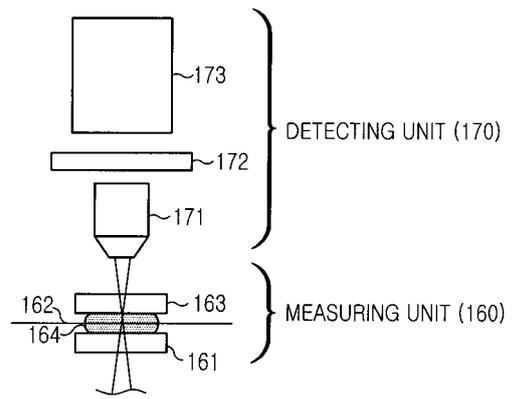
270 光検出部

30

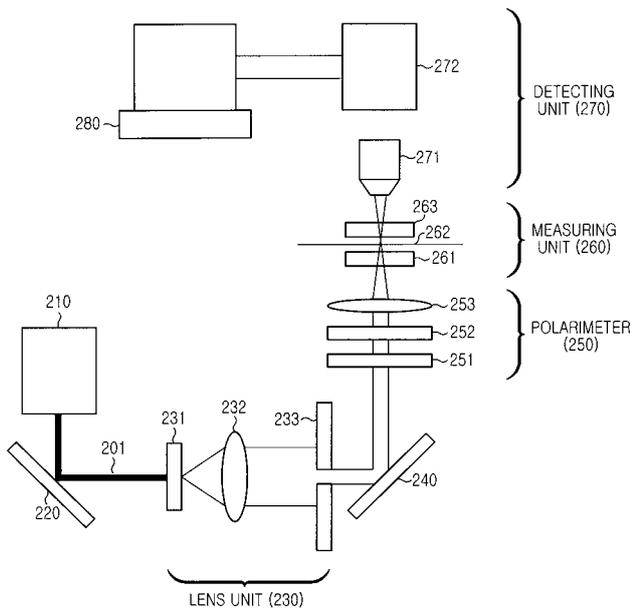
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

