

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成25年10月24日(2013.10.24)

【公表番号】特表2013-503347(P2013-503347A)

【公表日】平成25年1月31日(2013.1.31)

【年通号数】公開・登録公報2013-005

【出願番号】特願2012-527019(P2012-527019)

【国際特許分類】

G 01 M 11/02 (2006.01)

【F I】

G 01 M 11/02 K

【手続補正書】

【提出日】平成25年9月4日(2013.9.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光源およびマルチモード光ファイバケーブルの帯域幅を算出するための方法を実行するためのコンピュータ可読のストレージデバイスに記憶されたコンピュータプログラムであって、前記方法は前記マルチモード光ファイバケーブル内におけるモード分散および色分散効果の両方を考慮し、前記方法が、

コアから一連の半径方向オフセット $r$ で前記マルチモード光ファイバケーブルの前記コアに入射された、中心波長 $\lambda_c$ を有する光パルスを用いて、前記マルチモード光ファイバケーブルの時間的応答 $U(r, t)$ を測定するステップと、

複数のファイバの色分散伝達関数 $H_{cd}(f, r)$ を算出するステップであって、前記複数のファイバの色分散伝達関数は、一連の半径方向オフセット $r$ での色分散の後、光の出力パルスを光の入力パルスと関連付けるために使用される、複数のファイバの色分散伝達関数 $H_{cd}(f, r)$ を算出するステップと、

前記複数のファイバの色分散伝達関数 $H_{cd}(f, r)$ を用いて算出された、計算された全体の帯域幅CB(n)を画面上に出力するステップと、

を含むことを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項2】

レーザ光源およびマルチモード光ファイバケーブルの帯域幅を算出するための方法を実行するための、コンピュータおよび請求項1に記載のコンピュータプログラムを含むコンピュータシステムであって、前記方法が前記マルチモード光ファイバケーブル内におけるモード分散および色分散効果の両方を考慮することを特徴とするコンピュータシステム。

【請求項3】

前記方法が、前記複数のファイバの色分散伝達関数を用いた前記マルチモード光ファイバケーブルの前記時間的応答のフーリエ変換における第1の畳み込み積分による色分散効果後に、前記マルチモード光ファイバケーブルの時間的応答 $U_{cd}(r, t)$ を算出し、次に、前記畳み込み積分の逆フーリエ変換により、前記マルチモード光ファイバケーブルの前記時間的応答を時間領域に変換するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のコンピュータプログラム。

【請求項4】

前記方法が、n個のDMD重み関数 $W(r, n)$ を用いて、前記マルチモード光ファイ

バケーブルの彩色的に分散された加重応答  $D_{cd}(r, t, n)$  を算出するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 3 に記載のコンピュータプログラム。

#### 【請求項 5】

前記方法が、全ての半径  $r$  における前記加重応答  $U_{cd}(r, t)$  を合計することにより、彩色的に分散された結果として生じる出力パルス  $P_{cd}(t, n)$  を算出するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載のコンピュータプログラム。

#### 【請求項 6】

前記方法が、

ファイバ全体の伝達関数  $H_{fiber}(f, n)$  および前記計算された全体の帯域幅  $C_B(n)$  を算出するステップと、

前記ファイバ全体の伝達関数  $H_{fiber}(f, n)$  および前記計算された全体の帯域幅  $C_B(n)$  を画面上に出力するステップと、

をさらに含むことを特徴とする請求項 5 に記載のコンピュータプログラム。

#### 【請求項 7】

関連するマルチモード光ファイバケーブル内で連結された、レーザ発射モードの半径方向に依存する波長分布を補正する改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計するための方法であって、前記方法が、

レーザから前記関連するマルチモード光ファイバケーブル内に放射された、スペクトル的に狭く、かつ時間的に短い光パルス放射を利用して、前記関連するマルチモード光ファイバケーブルの時間的応答  $U(r, t)$  を測定するステップであって、ここで、前記光パルスは中心波長  $\lambda_c$  を有し、コアから一連の半径方向オフセット  $r$  で、前記関連するマルチモード光ファイバケーブルの前記コア内に放射される、前記関連するマルチモード光ファイバケーブルの時間的応答  $U(r, t)$  を測定するステップと、

複数のファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  を算出するステップであって、前記複数のファイバの色分散伝達関数は、一連の半径方向オフセット  $r$  での色分散の後、光の出力パルスを光の入力パルスと関連付けるために使用される、複数のファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  を算出するステップと、

前記関連するマルチモード光ファイバケーブル内に放射された前記光パルス放射により生じた前記関連するマルチモード光ファイバケーブル内のモード分散量を、前記複数のファイバの色分散伝達関数を用いて決定するステップと、

前記関連するマルチモード光ファイバケーブル内で連結された、レーザ発射モードの前記半径方向に依存する波長分布の少なくとも一部を補正する改善された屈折率プロファイルを有する前記改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計するステップと、を含み、

当記方法ステップの少なくとも 1 つが、プロセッサを有するコンピュータにより実行されることを特徴とする方法。

#### 【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法を用いて設計された改善されたマルチモード光ファイバケーブル。

#### 【請求項 9】

関連するレーザのレーザ発射モードにおける半径方向に依存する波長分布を補正する改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計するための方法であって、前記方法が、

コアから一連の半径方向オフセット  $r$  で前記マルチモード光ファイバケーブルの前記コアに入射された、中心波長  $\lambda_c$  を有する光パルスを用いて、前記マルチモード光ファイバケーブルの時間的応答  $U(r, t)$  を測定するステップと、

前記関連するレーザにおける複数のファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  を算出するステップであって、前記複数のファイバの色分散伝達関数は、一連の半径方向オフセット  $r$  での色分散の後、光の出力パルスを光の入力パルスと関連付けるために使用される、複数のファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  を算出するステップと、

前記改善されたマルチモード光ファイバケーブル内の色分散効果を相殺し、前記改善さ

れたマルチモード光ファイバケーブルの帯域幅を最大化するのに必要な、前記改善されたマルチモード光ファイバケーブル内のモード分散効果量を、前記複数のファイバの色分散伝達関数を用いて算出するステップと、

を含み、

前記方法ステップの少なくとも1つが、プロセッサを有するコンピュータにより実行されることを特徴とする方法。

【請求項10】

請求項9に記載の方法を用いて設計された改善されたマルチモード光ファイバケーブル。

【請求項11】

前記関連するマルチモード光ファイバケーブル内で連結された、レーザ発射モードの半径方向に依存する波長分布の少なくとも一部を補正する改善された屈折率プロファイルを有する前記改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計するステップをさらに含むことを特徴とする請求項9に記載の方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

標準アルゴリズムの第5の工程では、ゼロではないスペクトル幅を有するファイバおよびレーザ光源全体の帯域幅を算出するために、色分散効果がモード分散効果と組み合わされる。TIA-455-220-Aにおいて、レーザ送信機の発光スペクトル  $L(\lambda)$  と飛行時間のファイバの波長依存性  $TOF(\lambda)$  を乗算することにより、ファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f)$  が次式により算出される。

$$H_{cd}(f) = FT\{L(\lambda)TOF(\lambda)\}$$

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

一態様では、関連するマルチモード光ファイバケーブル内で連結された、レーザ発射モードの半径方向に依存する波長分布を補正する改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計するための方法が提供される。この方法は、レーザを用いて関連するマルチモード光ファイバケーブル内に放射された、スペクトル的に狭く、かつ時間的に短い光パルス放射を利用して、関連するマルチモード光ファイバケーブルの時間的応答  $U(r, t)$  を測定することを含むが、これらに限定されない。光パルスは中心波長  $\lambda_c$  を有し、コアから一連の半径方向オフセット  $r$  で、関連するマルチモード光ファイバケーブルのコア内に放射される。この方法は、複数のファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  を算出することをさらに含むが、これに限定されない。この方法は、関連するマルチモード光ファイバケーブル内に放射された光パルス放射により生じた関連するマルチモード光ファイバケーブル内のモード分散量を、複数のファイバの色分散伝達関数を用いて決定することをさらに含むが、これに限定されない。この方法は、関連するマルチモード光ファイバケーブル内で連結された、レーザ発射モードの半径方向に依存する波長分布の少なくとも一部を補正する改善された屈折率プロファイルを有する改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計することをさらに含むが、これに限定されない。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

一様では、関連するレーザのレーザ発射モードにおける半径方向に依存する波長分布を補正する改善されたマルチモード光ファイバケーブルを設計するための方法が提供される。この方法は、複数のファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  を算出することを含むが、これに限定されない。この方法は、改善されたマルチモード光ファイバケーブル内の色分散効果を相殺し、改善されたマルチモード光ファイバケーブルの帯域幅を最大化するに必要な、改善されたマルチモード光ファイバケーブル内のモード分散効果量を、複数のファイバの色分散伝達関数を用いて算出することをさらに含むが、これに限定されない。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

改善されたアルゴリズムの第2の工程では、ファイバの色分散伝達関数  $H_{cd}(f, r)$  が算出される。TIA-455-220-Aにおいて、ファイバの色分散伝達関数は、レーザ送信機の発光スペクトル  $L(\cdot, r)$  と、飛行時間の波長依存性  $TOF(\cdot)$  とを乗算することにより算出される。

$$H_{cd}(f, r) = FT \{ L(\cdot, r) TOF(\cdot, c) \} \quad (6a)$$

別の実施形態の色分散伝達関数は、以下の式により算出される。

$$H_{cd}(f, r) = FT \{ L(t, r) \} \quad (6b)$$

ここで、レーザ伝達射出スペクトルは、 $L(\cdot, r)$  と表される、スペクトル領域から、 $L(t, r)$  と表される時間領域（長さが標準化された）に変換される。この際、以下の標準分散方程式を使用する。

$$t = -D \quad (6c)$$

ここで、 $D$  は色分散パラメータであり、単位 ( $\text{ps} / \text{nm} \cdot \text{km}$ ) を有する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

先行技術のアルゴリズムを用いて、計算された全体の帯域幅  $CB(1)$  を算出する場合には、レーザ送信機の色分散効果がファイバモード分散の伝達関数  $H_{md}(f, 1)$  と組み合わされる。TIA-455-220-Aにおいて、色分散伝達関数は、レーザ送信機の放射スペクトル（図8）と、波長に対するファイバの測定された飛行時間（図9）との単純な積算値である。レーザ発光スペクトルは  $JDSU10Gb/s$  のビット誤り率試験ransmitterにより測定されたデータである。飛行時間データはファイバサンプル  $C26B1ue$  により測定されたデータである。