

【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】令和 4 年 4 月 27 日(2022.4.27)

【公開番号】特開 2019-215327(P2019-215327A)

【公開日】令和 1 年 12 月 19 日(2019.12.19)

【年通号数】公開・登録公報 2019-051

【出願番号】特願 2019-79765(P2019-79765)

【国際特許分類】

G 0 1 N 29/24(2006.01)

10

【F I】

G 0 1 N 29/24

【手続補正書】

【提出日】令和 4 年 4 月 19 日(2022.4.19)

【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】

20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー超音波を使用して、構造体(200)を試験するための方法(1000)であって、

基準フレーム(118)に対して、前記構造体(200)の表面(202)の三次元位置(208)を特定することと、

送信器(108)の出力部(110)から前記構造体(200)の前記表面(202)へとレーザー光(106)を送信して、前記構造体(200)内に超音波(204)を形成し且つ前記超音波(204)に対する反応(206)を検出することと、

ここで、前記表面(202)上の複数のポイント(222)のそれぞれは、前記基準フレーム(118)に対する対応する三次元位置(208)を有し、

30

前記三次元位置(208)は、前記基準フレーム(118)において X Y Z 座標を含み、且つ

前記表面(202)上の前記複数のポイント(222)のうちの 1 つの Z 座標は、前記表面(202)上の前記複数のポイント(222)のうちの別の 1 つの Z 座標と異なり

、

前記送信器(108)の前記出力部(110)から送信された前記レーザー光(106)を前記構造体(200)の前記表面(202)上のパターン(120)に形成することと、

前記レーザー光(106)の前記パターン(120)内に包括的に位置する、前記表面(202)上の前記複数のポイント(222)のうちの任意の 2 つの Z 座標の差分値(256)が、閾値(254)以下であるように、前記表面(202)上に前記パターン(120)を位置付けすることと、

40

前記表面(202)の前記三次元位置(208)に基づいて、前記送信器(108)の前記出力部(110)が、前記表面(202)から一定オフセット距離(180)に位置し、且つ、前記送信器(108)の前記出力部(110)から送信された前記レーザー光(106)が、一定投射角(182)で前記表面(202)へと方向付けられるように、スキャン経路(116)に沿って、前記レーザー光(106)を前記構造体(200)上で移動させることと、

前記超音波(204)に対する前記反応(206)に基づいて、前記構造体(200)内

50

に不整合（２１２）が存在するか否かを判断することとを含む方法（１０００）。

【請求項２】

前記閾値（２５４）が、０．３１８ｃｍ（８分の１インチ）以下である、請求項１に記載の方法（１０００）。

【請求項３】

前記レーザー光（１０６）の前記パターン（１２０）が、前記レーザー光（１０６）のライン（１２４）の形態である、請求項１又は２に記載の方法（１０００）。

【請求項４】

前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）のうちの第１のポイント及び前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）のうちの第２のポイントと特定することとあって、前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第１のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第２のポイントとの間で延びる真っ直ぐなライン（２５８）に沿って包括的に位置する、前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）のうちの任意の２つの前記基準フレーム（１１８）におけるＺ座標の差分値（２５６）が、前記閾値（２５４）以下である、第１のポイント及び第２のポイントと特定することと、前記レーザー光（１０６）の前記ライン（１２４）を、前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第１のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第２のポイントとの間に延びる前記真っ直ぐなライン（２５８）と整列させることとをさらに含む、請求項３に記載の方法（１０００）。

【請求項５】

前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）のうちの第３のポイント及び前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）のうちの第４のポイントと特定することとあって、前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第３のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第４のポイントとの間で延びる第２の真っ直ぐなライン（２６０）に沿って包括的に位置する、前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）のうちの任意の２つの前記基準フレーム（１１８）におけるＺ座標の差分値（２５６）が、前記閾値（２５４）以下である、第３のポイント及び第４のポイントと特定することと、

前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第１のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第２のポイントとの間で延びる前記真っ直ぐなライン（２５８）と、前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第３のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第４のポイントとの間で延びる前記第２の真っ直ぐなライン（２６０）との間で、前記レーザー光（１０６）の前記スキャン経路（１１６）を選択することと、前記スキャン経路（１１６）に沿って、前記表面（２０２）にわたって前記レーザー光（１０６）の前記ライン（１２４）を移動させることと、前記レーザー（１８６）光の前記ライン（１２４）を、前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第３のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第４のポイントとの間に延びる前記第２の真っ直ぐなライン（２６０）と整列させることとをさらに含む、請求項４に記載の方法（１０００）。

【請求項６】

前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第１のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第２のポイントとの間で延びる前記真っ直ぐなライン（２５８）と、前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第３のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第４のポイントとの間で延びる前記第２の真っ直ぐなライン（２６０）との間で、前記レーザー（１８６）光の前記ライン（１２４）が、前記スキャン経路（１１６）に沿って、前記表面（２０２）にわたって移動するにつれて、前記送信器（１０８）の前記出力部（１１０）が、前記表面（２０２）から一定オフセット距離（１８０）に位置するように、且つ、前記送信器（１０８）の前記出力部（１１０）から送信された前記レーザー光（１０６）が、一定投射角（１８２）で前記表面（２０２）へと方向付けら

10

20

30

40

50

れるように、前記送信器（１０８）の姿勢を調節することをさらに含む、請求項５に記載の方法（１０００）。

【請求項７】

前記構造体（２００）が、航空機（１２００）の補強材（２１４）を含み、  
前記補強材（２１４）が、第１の軸（２１６）を含み、  
前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第１のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第２のポイントとの間で延びる前記真っ直ぐなライン（２５８）、及び  
前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第３のポイントと前記複数のポイント（２２２）のうちの前記第４のポイントとの間に延びる前記第２の真っ直ぐなライン（２６０）  
が、それぞれ、前記補強材（２１４）の前記第１の軸（２１６）に対して平行に配向される、請求項５に記載の方法（１０００）。 10

【請求項８】

前記レーザー光（１０６）の前記スキャン経路（１１６）が、前記補強材（２１４）の前記第１の軸（２１６）に対して垂直である、請求項７に記載の方法（１０００）。

【請求項９】

前記レーザー光（１０６）の前記スキャン経路（１１６）が、前記補強材（２１４）の前記第１の軸（２１６）に対して斜めである、請求項７に記載の方法（１０００）。

【請求項１０】

前記構造体（２００）の前記表面（２０２）の三次元ポイントクラウドデータ（２４８）を提供することと、 20

前記表面（２０２）の前記三次元ポイントクラウドデータ（２４８）に基づいて、構造基準フレーム（２１０）に対する前記表面（２０２）上の前記複数のポイント（２２２）の前記三次元位置（２０８）を特定することと、

前記構造基準フレーム（２１０）を前記基準フレーム（１１８）と整列することとをさらに含む、請求項１から９のいずれか一項に記載の方法（１０００）。

【請求項１１】

前記構造体（２００）の三次元モデル（２４６）を提供することと、

前記構造体（２００）の前記三次元モデル（２４６）から前記表面（２０２）の前記三次元ポイントクラウドデータ（２４８）を抽出することと  
をさらに含む、請求項１０に記載の方法（１０００）。 30

【請求項１２】

レーザー超音波検査システム（１０２）であって、

レーザー光（１０６）を発するように構成されたレーザー源（１０４）、

前記レーザー源（１０４）と光学的に連結され、送信器（１０８）の出力部（１１０）から構造体（２００）の表面（２０２）へと前記レーザー光（１０６）を送信するように構成された前記送信器（１０８）であって、前記レーザー光（１０６）が、前記構造体（２００）内で超音波（２０４）を形成し、前記超音波（２０４）に対する反応（２０６）を検出するように構成されている、送信器（１０８）、

前記送信器（１０８）に連結され、前記送信器（１０８）を前記構造体（２００）に対して移動させるように構成された移動機構（１１２）、並びに  
コンピュータ（１１４）であって、 40

基準フレーム（１１８）に対して前記表面（２０２）の三次元位置（２０８）を特定し、スキャン経路（１１６）に沿って、前記レーザー光（１０６）が、前記構造体（２００）上を移動するように、前記移動機構（１１２）を制御することであって、前記表面（２０２）の前記三次元位置（２０８）に基づいて、前記送信器（１０８）の前記出力部（１１０）が、前記表面（２０２）から一定距離（１８０）に位置し、且つ、前記送信器（１０８）の前記出力部（１１０）から送信された前記レーザー光（１０６）が、一定投射角（１８２）で前記表面（２０２）へと方向付けられ、

前記超音波（２０４）に対する前記反応（２０６）に基づいて、前記構造体（２００）内に不整合（２１２）が存在するか否かを判断するように構成されたコンピュータ（１１４） 50

)

を備え、

前記送信器(108)が、パターン(120)の形態で前記レーザー光(106)を前記構造体(200)の前記表面(202)上に送信するように構成され、且つ前記レーザー光(106)の前記パターン(120)内に包括的に位置する、前記表面(202)上の複数のポイント(222)のうちの任意の2つのZ座標の差分値(256)が閾値(254)以下であるように、前記レーザー光(106)の前記パターン(120)を、前記表面(202)上に位置付けるように構成されている、レーザー超音波検査システム(102)。

【請求項13】

前記コンピュータ(114)が、

前記構造体(200)の三次元モデル(246)から前記表面(202)の三次元ポイントクラウドデータ(248)を抽出し、且つ

前記表面(202)の前記三次元ポイントクラウドデータ(248)に基づいて、前記基準フレーム(118)に対する前記表面(202)上の前記複数のポイント(222)の前記三次元位置(208)を特定するようにさらに構成されている、請求項12に記載のレーザー超音波検査システム(102)。

【請求項14】

前記構造体(200)の画像(250)を取得するように構成されたセンサー(198)をさらに備え、前記コンピュータ(114)が、前記構造体(200)の前記画像(250)から前記構造体(200)の前記三次元モデル(246)を生成するようにさらに構成されている、請求項13に記載のレーザー超音波検査システム(102)。

【請求項15】

前記表面(202)の前記三次元ポイントクラウドデータ(248)に基づいて、前記コンピュータ(114)は、前記レーザー光(106)の前記パターン(120)が前記構造体(200)の前記表面(202)にわたって移動するにつれて、前記レーザー光(106)の前記パターン(120)内に包括的に位置する、前記表面(202)上の前記複数のポイント(222)のうちの任意の2つのZ座標の差分値(256)が閾値(254)以下であるように、前記レーザー光(106)の前記スキャン経路(116)を選択するようにさらに構成されている、請求項13又は14に記載のレーザー超音波検査システム(102)。

10

20

30

40

50