

【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 01 N 29/24 (2006.01)

10

【F I】

G 01 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)であつて、

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、

前記三次元位置(208)は、前記基準フレーム(118)においてXYZ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、

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

40

30

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、0.318 cm（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のポイントを特定するこ  
とであって、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のポイントを特定することと、  
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）。 10

**【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のポイントを特定するこ  
とであって、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（22  
2）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のポイントを特定するこ  
と、 20

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（22  
2）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、 30

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）。 40

**【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（2  
22）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（22  
2）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（1  
16）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 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のポイントとの間に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、

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、

20

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、

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）

40

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