

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6921043号  
(P6921043)

(45) 発行日 令和3年8月18日(2021.8.18)

(24) 登録日 令和3年7月29日(2021.7.29)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>E04G 21/18</b>	<b>(2006.01)</b>	E 04 G	21/18	A
<b>G01B 11/24</b>	<b>(2006.01)</b>	G 01 B	11/24	K
<b>G06T 7/60</b>	<b>(2017.01)</b>	G 06 T	7/60	200 J
<b>G06Q 50/08</b>	<b>(2012.01)</b>	G 06 T	7/60	180 B
<b>H04N 7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	G 06 Q	50/08	

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-151558 (P2018-151558)  
 (22) 出願日 平成30年8月10日 (2018.8.10)  
 (65) 公開番号 特開2020-26663 (P2020-26663A)  
 (43) 公開日 令和2年2月20日 (2020.2.20)  
 審査請求日 令和2年7月14日 (2020.7.14)

早期審査対象出願

前置審査

(73) 特許権者 000001373  
 鹿島建設株式会社  
 東京都港区元赤坂一丁目3番1号  
 (74) 代理人 110002468  
 特許業務法人後藤特許事務所  
 (72) 発明者 林 寿一  
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ  
 ンパス株式会社内  
 (72) 発明者 後閑 淳司  
 東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建  
 設株式会社内  
 (72) 発明者 谷口 稔和  
 東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建  
 設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配筋検査装置、及び配筋検査方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

配筋が撮影された配筋画像に基づき配筋の状態を計測して、配筋の計測データを生成する計測部と、

前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成する検査画像生成部と、

前記検査画像上の前記計測データに対する修正操作が可能な操作部と、

前記修正操作に基づいて前記計測部に対して前記計測データの修正を指示する修正部と、を備え、

前記計測部は、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して鉄筋領域を抽出する鉄筋抽出部と、前記鉄筋領域において鉄筋中心を表す鉄筋軸線を前記計測データとして決定する鉄筋中心決定部と、を含み、

前記操作部は、前記検査画像上の前記鉄筋軸線に対する前記修正操作が可能とされ、

前記修正部は、前記修正操作に基づく指示により前記計測部に対して前記鉄筋軸線の修正を指示する

ことを特徴とする配筋検査装置。

## 【請求項 2】

配筋が撮影された配筋画像に基づき配筋の状態を計測して、配筋の計測データを生成する計測部と、

前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成する検査画像生成部と、

前記検査画像上の前記計測データに対する修正操作が可能な操作部と、

10

20

前記修正操作に基づいて前記計測部に対して前記計測データの修正を指示する修正部と、を備え、

前記計測部は、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して鉄筋領域を抽出する鉄筋抽出部と、前記鉄筋領域において鉄筋中心を表す鉄筋軸線を前記計測データとして決定する鉄筋中心決定部と、を含み、

前記操作部は、前記修正操作として前記検査画像上の前記鉄筋軸線の位置の移動が可能とされ、

前記修正部は、前記修正操作に基づく指示により前記計測部に対して前記操作部が移動させた前記鉄筋軸線の位置の修正を指示することを特徴とする配筋検査装置。

10

### 【請求項 3】

配筋が撮影された配筋画像に基づき配筋の状態を計測して、配筋の計測データを生成する計測部と、

前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成する検査画像生成部と、

前記検査画像上の前記計測データに対する修正操作が可能な操作部と、

前記修正操作に基づいて前記計測部に対して前記計測データの修正を指示する修正部と、を備え、

前記計測部は、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して鉄筋領域を抽出する鉄筋抽出部と、前記鉄筋領域において鉄筋中心を表す鉄筋軸線を前記計測データとして決定する鉄筋中心決定部と、前記鉄筋軸線の間隔を前記計測データとして算出する間隔算出部と、を含み、

20

前記操作部は、前記検査画像上の前記鉄筋軸線に対する前記修正操作が可能とされ、

前記修正部は、前記修正操作に基づく指示により前記計測部に対して前記鉄筋軸線の修正を指示し、

前記間隔算出部は、前記修正操作に基づく指示により修正により変更された前記鉄筋軸線の間隔値を算出する

ことを特徴とする配筋検査装置。

### 【請求項 4】

前記計測部は、前記計測データとして、前記鉄筋軸線のデータと前記間隔値のデータを生成する

30

ことを特徴とする請求項 3 に記載の配筋検査装置。

### 【請求項 5】

配筋を撮影し配筋画像に基づいて前記配筋を検査するとともに操作部を用いて検査内容を修正する配筋検査方法であって、

前記配筋画像に基づき前記配筋の状態を計測して、前記配筋の計測データを生成し、

前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成し、

前記検査画像上の前記計測データに対して前記操作部により修正操作がされた場合に、前記計測データを前記修正操作に基づいて修正するものとし、

前記計測データとして、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して抽出した鉄筋領域において鉄筋中心を決定して得られる鉄筋軸線を生成し、

40

前記検査画像上の前記鉄筋軸線に対して前記修正操作がされた場合に前記計測データである前記鉄筋軸線を前記修正操作に基づいて修正する

ことを特徴とする配筋検査方法。

### 【請求項 6】

配筋を撮影した配筋画像に基づいて前記配筋を検査するとともに操作部を用いて検査内容を修正する配筋検査方法であって、

前記配筋画像に基づき前記配筋の状態を計測して、前記配筋の計測データを生成し、

前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成し、

前記検査画像上の前記計測データに対して前記操作部により修正操作がされた場合に、前記計測データを前記修正操作に基づいて修正するものとし、

50

前記計測データとして、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して抽出した鉄筋領域において鉄筋中心を決定して得られる鉄筋軸線を生成し、

前記修正操作として前記検査画像上の前記鉄筋軸線の位置の移動がされた場合に前記計測データである前記鉄筋軸線の位置の移動に係る修正を前記修正操作に基づいて行うことを特徴とする配筋検査方法。

【請求項 7】

配筋を撮影した配筋画像に基づいて前記配筋を検査するとともに操作部を用いて検査内容を修正する配筋検査方法であって、

前記配筋画像に基づき前記配筋の状態を計測して、前記配筋の計測データを生成し、

前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成し、

前記検査画像上の前記計測データに対して前記操作部により修正操作がされた場合に、前記計測データを前記修正操作に基づいて修正するものとし、

前記計測データとして、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して抽出した鉄筋領域において鉄筋中心を決定して得られる鉄筋軸線を生成するとともに前記鉄筋軸線の間隔を算出し、

前記検査画像上の前記鉄筋軸線に対して前記修正操作がされた場合に前記計測データである前記鉄筋軸線を前記修正操作に基づいて修正するとともに、前記修正操作により変更された前記鉄筋軸線の間隔値を算出する

ことを特徴とする配筋検査方法。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、配筋検査装置に係り、詳しくは 配筋の撮影画像に起因する計測エラーを補正する配筋検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工事現場では、鉄筋を組んだ後コンクリートを打設する前に、鉄筋の施工状況が設計仕様通りになっているかの検査が行われる。この検査は配筋検査とも呼ばれる。従来の配筋検査では、検査者が、検査対象物と設計図面とを照合して検査を行っていたため、膨大な時間と手間を要していた。

30

【0003】

近年、デジタルカメラの普及及びデジタル画像処理技術の進歩により、三次元撮影画像による計測技術も各種提案されている（例えば、特許文献1）。そして、配筋検査も三次元撮影画像を利用して行うことも可能になっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-2798号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

撮影画像に基づく計測では、撮影画像の画質が重要である。配筋の撮影は、屋外で行われることも多く、そのため、一部の鉄筋で露光条件が適切でなくなる場合もある。例えば、鉄筋の一部が影になったり、逆に反射したりする場合がある。このような撮影画像で計測を行うと、適切でない露光条件で撮影された鉄筋が、鉄筋として抽出されない場合も出てくる。しかし、工事現場での撮影のため、計測エラーが発見された後に撮影のやり直しを行うことができない場合も多い。

本願発明は、上記課題に鑑み、撮影画像に基づく配筋検査で計測結果にエラーが認められた場合に、再撮影しなくてもエラーの補正ができる配筋検査装置を提供することを目的

40

50

とする。

**【課題を解決するための手段】**

**【0006】**

上記目的を達成するために、配筋が撮影された配筋画像に基づき配筋の状態を計測して、配筋の計測データを生成する計測部と、前記配筋画像に前記計測データを合成した検査画像を生成する検査画像生成部と、前記検査画像上の前記計測データに対する修正操作が可能な操作部と、前記修正操作がされた場合に前記計測部に対して前記計測データの修正を指示する修正部と、を備え、前記計測部は、前記配筋画像中の鉄筋の輪郭位置を特定して鉄筋領域を抽出する鉄筋抽出部と、前記鉄筋領域において鉄筋中心を表す鉄筋軸線を前記計測データとして決定する鉄筋中心決定部と、を含み、前記操作部は、前記検査画像上の前記鉄筋軸線に対する前記修正操作が可能とされ、前記修正部は、前記修正操作がされた場合に前記計測部に対して前記鉄筋軸線の修正を指示する。

10

**【発明の効果】**

**【0007】**

本発明によれば、撮影画像に基づく配筋検査で計測結果にエラーが認められた場合に、再撮影しなくてもエラーの補正ができる配筋検査装置を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【0008】**

【図1】配筋検査システムの全体図である。

20

【図2】カメラ及び情報処理装置に関する機能ブロック図である。

【図3】正対変換を説明するための模式図である。

【図4】情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図5】配筋検査画像表示処理の手順を説明するためのフローチャートである。

【図6】表示される検査画像の例である。

【図7】設計データが合成された検査画像の例である。

【図8】計測データが合成された検査画像の例である。

【図9】計測データと設計データが合成された検査画像の例である。

【図10】検査画像の計測エラーを修正した例(1)である。

【図11】検査画像の計測エラーを修正した例(2)である。

【図12】検査画像の計測エラーを修正した例(3)である。

30

【図13】撮影画像に対して計測データが合成された検査画像である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0009】**

以下、図面に従って本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明に係る配筋検査システム1の全体図である。配筋検査システム1は、カメラ10及び情報処理装置20を備える。カメラ10と情報処理装置20は、ネットワークNWで接続される。ネットワークNWは、LAN(Local Area Network)やインターネットである。

**【0010】**

カメラ10は、配筋Hを撮影する3Dカメラ(立体カメラとも呼ばれる)である。情報処理装置20は、カメラ10で撮影された配筋画像を取得して、配筋の状態を計測するものである。情報処理装置20は、通常のPC(Personal Computer)やタブレット端末でもよい。情報処理装置20に、配筋検査装置が搭載される。

40

**【0011】**

図1は、三脚に取付けられたカメラ10で、配筋Hを撮影する様子である。計測精度を向上させるために、カメラ10は三脚に固定されるのが望ましい。なお、カメラ10は、2台の単眼カメラを組み合わせたものでもよい。本例では、配筋Hとして、水平方向の鉄筋(横筋とも呼ばれる)と垂直方向の鉄筋(縦筋)を格子状に組合せたものを示す。また、配筋Hは、1層ではなく、複数の層で構成されることも多い。本例では、2層の例を示す。カメラ10に近い側の配筋を前側配筋HF、前側配筋HFの後ろ側の配筋を後側配筋HBとする。

50

**【 0 0 1 2 】**

図2は、カメラ10及び情報処理装置20に関する機能ブロック図である。カメラ10は、

制御部100、撮像部110、3D画像生成部120、記憶部140、通信部180、操作部182及び表示部184等を有する。

**【 0 0 1 3 】**

制御部100は、カメラ10全体を統括的に制御する制御部である。撮像部110は、右撮像部110Rと左撮像部110Lを有する。右撮像部110Rは、撮影者の右視野の画像を撮影する撮像部である。左撮像部110Lは、撮影者の左視野の画像を撮影する撮像部である。

10

**【 0 0 1 4 】**

右撮像部110Rと左撮像部110Lは、レンズ部、撮像素子、画像処理部等（いずれも不図示）をそれぞれ有する。3D画像生成部120は、右撮像部110Rによる撮影画像と左撮像部110Lによる撮影画像を合成して、三次元の撮影画像を生成する。

**【 0 0 1 5 】**

記憶部140は、各種プログラムやデータあるいは撮影画像のデータを記憶する。記憶部140には、三次元画像や左右の撮影画像が記憶される。記憶部140には、内蔵記憶媒体だけでなく、着脱記憶媒体が含まれても良い。記憶部140は、例えば、フラッシュメモリである。

**【 0 0 1 6 】**

通信部180は、外部の機器と種々情報通信を行うインターフェースである。通信部180は、例えば、無線LAN等によりネットワークNWを経由して撮影画像を情報処理装置20に送信する。三次元の撮影画像と共に左右の撮影画像が情報処理装置20に送信されてもよい。

20

**【 0 0 1 7 】**

操作部182は、撮影指示や撮影条件設定等を入力するための入力手段である。操作部182は、例えば、タッチパネルや操作ボタンである。表示部184は、ライブビュー画像や撮影画像あるいは撮影条件等の各種設定画面を表示する。表示部184は、例えば、LCDや有機ELである。

**【 0 0 1 8 】**

情報処理装置20は、制御部200、画像取得部210、正対変換部212、計測部220、修正部230、記憶部240、検査画像生成部250、通信部280、操作部282、表示部284及び表示制御部290等を有する。

30

**【 0 0 1 9 】**

制御部200は、情報処理装置20全体を統括的に制御する制御部である。画像取得部210は、カメラ10で撮影された配筋の撮影画像（三次元画像および／または左右の撮影画像）を取得して、記憶部240に撮影画像データ242として保存する。画像取得部210は、通信部280あるいは記憶媒体等から、カメラ10で撮影された撮影画像データを取得して、記憶部240に保存する。なお、配筋の撮影画像を配筋画像とも呼ぶ。

**【 0 0 2 0 】**

40

正対変換部212は、カメラ10で撮影された配筋の撮影画像を正対変換して正対変換画像を生成する。例えば、正対変換部212は、配筋Hの格子状に配置されている鉄筋上の任意の矩形の4隅を指定することによって、ホモグラフィー変換行列を正対変換パラメーターとして推定し、その正対変換パラメーターに基づいて撮影画像を正対変換し、正対変換画像を生成する。正対変換部212は、正対変換画像を記憶部240に正対変換画像データ244として保存する。

**【 0 0 2 1 】**

また、配筋Hが前側配筋HFと後側配筋HBから構成される場合には、正対変換部212は、カメラ10から取得した三次元画像の三次元情報に基づいて、前側配筋HFを判定し、前側配筋HFのパラメーターに基づいて正対変換パラメーターを算出する。そして、

50

正対変換部 212 は、算出した正対変換パラメーターに基づいて撮影画像を正対変換し、正対変換画像を生成するようにしてもよい。

#### 【0022】

図3は、正対変換の概要を説明するための図である。画像E1は、正対変換前の撮影画像である。画像E1は、配筋Hが斜め左側から撮影された画像である。なお、図3では、前側配筋HFのみを示す。正対変換部212によって、画像E1が画像E2に正対変換される。

#### 【0023】

図2に戻る。計測部220は、正対変換された画像に基づき、配筋の寸法を計測し、計測データを記憶部240する。計測部220は、鉄筋抽出部222、鉄筋中心決定部224及び間隔算出部226を有する。10

#### 【0024】

鉄筋抽出部222は、正対変換部212により正対変換された画像から、例えば二値化処理及びエッジ検出処理によって、鉄筋の輪郭位置を特定して、鉄筋領域を抽出する。鉄筋中心決定部224は、抽出された鉄筋領域から、鉄筋中心を決定する。間隔算出部226は、取得した三次元画像の三次元情報と、鉄筋中心決定部224により決定された鉄筋中心に基づき、鉄筋の間隔を算出する。

#### 【0025】

修正部230は、計測データの修正を計測部220に指示する。修正部230は、操作者から操作部282に入力された指示により、計測部220に修正を指示する。例えば、操作者は、表示部284に表示された配筋の画像を見て、鉄筋中心が誤った位置に決定されているような場合に、鉄筋中心を正しい位置に移動させる。鉄筋の撮影状態が悪い場合には、鉄筋抽出過程でエラーが発生する場合もあるからである。計測部220は、修正部230から修正指示された場合には、修正指示に応じて、計測データを修正する。20

#### 【0026】

記憶部240は、撮影画像データ242、正対変換画像データ244、計測データ246、設計データ248及び検査結果249等を記憶する。設計データとは、柱・梁・壁・スラブ・基礎など、それぞれの鉄筋の配置と、寸法・数量・種別などを示したデータである。設計データは、配筋図に基づくデータである。検査結果249は、検査者から入力される検査結果(検査OKあるいは検査NG)である。記憶部240は、例えば、フラッシュメモリである。なお、記憶部240には、内蔵記憶媒体だけでなく、着脱記憶媒体が含まれても良い。30

#### 【0027】

検査画像生成部250は、正対変換画像に、計測部220で計測された計測データや設計データを合成して、検査画像を生成する。検査画像の具体例は、図6以降で後述する。

#### 【0028】

通信部280は、外部の機器と種々情報通信を行うインターフェースである。通信部280は、例えば、無線LANによりネットワークNWを経由してカメラ10からの撮影画像を受信する。

#### 【0029】

操作部282は、各種指示や処理条件等を入力するための入力手段である。操作部282は、例えば、タッチパネル、マウスやキーボードである。表示部284は、画像や処理メニューを表示する。表示部284は、例えば、LCDや有機ELである。表示制御部290は、検査画像を含む各種撮影画像や情報を表示部284に出力する。40

#### 【0030】

図4は、情報処理装置20のハードウェア構成例を示すブロック図である。情報処理装置20は、通信部280、操作部282、表示部284、表示制御部290、入出力IF(Interface)292、CPU(Central Processing Unit)300、RAM(Random Access Memory)302、ROM(Read Only memory)304及びバス306を有する。

#### 【0031】

50

出入力 I F 2 9 2 は、接続機器とのデータの送受信を行う。接続機器は、操作部 2 8 2 や記憶部 2 4 0 である。C P U 3 0 0 は、R O M 3 0 4 から制御プログラムを読み込み、読み込んだ制御プログラムに従って、各種制御処理を実行する。R A M 3 0 2 は、制御プログラムや、カメラ 1 0 からの撮影画像等の各種データを一時的に記憶するワークエリアである。R A M 3 0 2 は、例えばD R A M (Dynamic Random Access Memory)である。R O M 3 0 4 は、制御プログラムや各種データ等を記憶する不揮発性の記憶部である。R O M 3 0 4 は、例えばフラッシュメモリである。C P U 3 0 0 は、R A M 3 0 2 、R O M 3 0 4 等々とバス 3 0 6 で接続される。

#### 【 0 0 3 2 】

制御部 2 0 0 、画像取得部 2 1 0 、正対変換部 2 1 2 、計測部 2 2 0 及び検査画像生成部 2 5 0 は、プログラムを読み込んだC P U 3 0 0 によるソフトウェア処理により実現される。配筋検査装置は、正対変換部 2 1 2 、計測部 2 2 0 及び検査画像生成部 2 5 0 により構成される。また、制御部 2 0 0 は、処理部とも呼ぶ。10

#### 【 0 0 3 3 】

図 5 は、配筋検査画像表示処理の手順を説明するためのフローチャートである。配筋検査画像表示処理は、情報処理装置 2 0 の制御部 2 0 0 、画像取得部 2 1 0 、正対変換部 2 1 2 、計測部 2 2 0 、検査画像生成部 2 5 0 等によって、実行される。

#### 【 0 0 3 4 】

撮影者によりカメラ 1 0 で配筋 H が撮影されると、カメラ 1 0 から配筋 H の撮影画像（三次元画像および左右の撮影画像）が情報処理装置 2 0 に送信される。送信された撮影画像は、画像取得部 2 1 0 により取得される。制御部 2 0 0 は、画像取得部 2 1 0 により撮影画像が取得されたかを判断する（ステップ S 1 0 ）。制御部 2 0 0 は、画像取得部 2 1 0 により撮影画像が取得されるまで（ステップ S 1 0 の N O ）、ステップ S 1 0 をループする。20

#### 【 0 0 3 5 】

画像取得部 2 1 0 は、取得した撮影画像を撮影画像データ 2 4 2 として記憶部 2 4 0 に記憶する。制御部 2 0 0 は、画像取得部 2 1 0 により撮影画像が取得されたと判断すると（ステップ S 1 0 の Y E S ）、ステップ S 1 2 に進む。

#### 【 0 0 3 6 】

正対変換部 2 1 2 は、撮影画像の三次元情報に基づいて、撮影画像を正対変換して、正対変換画像を生成する（ステップ S 1 2 ）。鉄筋抽出部 2 2 2 は、正対変換画像から、鉄筋領域を抽出する（ステップ S 1 4 ）。なお、配筋 H が複数層の場合には、鉄筋抽出部 2 2 2 は、前側配筋 H F を計測対象とする。30

#### 【 0 0 3 7 】

鉄筋中心決定部 2 2 4 は、抽出された鉄筋領域に対して、例えば二値化処理及びエッジ検出処理によって鉄筋の輪郭位置を特定し、輪郭の中心を鉄筋中心線（軸線）として決定する（ステップ S 1 6 ）。間隔算出部 2 2 6 は、三次元情報に基づいて、各鉄筋中心線により鉄筋同士の間隔を算出する（ステップ S 1 8 ）。

#### 【 0 0 3 8 】

計測部 2 2 0 は、鉄筋中心決定部 2 2 4 に決定された鉄筋中心線と間隔算出部 2 2 6 により算出された鉄筋間隔から、計測データを生成する（ステップ S 2 0 ）。計測部 2 2 0 は、生成した計測データを計測データ 2 4 6 として記憶部 2 4 0 に記憶する。40

#### 【 0 0 3 9 】

図 6 は、表示部 2 8 4 に表示される検査画像の例である。図 6 の検査画像 D 1 は、正対変換画像のみが表示され、計測データ等が非表示状態の画面である。検査画像では、画面の下に指示ボタンが表示される。指示ボタンは、操作部 2 8 2 に含まれるボタンで、検査者により操作される。

#### 【 0 0 4 0 】

計測データボタン L 1 は、計測データの表示・非表示を選択するボタンである。ボタン周囲の破線枠は、非表示状態を示す。設計データボタン L 2 は、設計データの表示・非表50

示を選択するボタンである。破線枠は、非表示状態を示す。修正ボタン L 3 は、計測データの修正モードのオンオフを選択するボタンである。破線枠は、非表示状態を示す。計測部 220 は、修正ボタン L 3 がクリックされると、修正モードをオンにし、操作部 282 により修正を受付ける。検査OKボタン L 4・検査NGボタン L 5 は、検査の結果を入力するボタンである。

#### 【0041】

制御部 200 は、検査画像への計測データ表示が検査者により選択されているかを判断する(ステップ S 22)。画面で配筋等を目視確認する場合に、計測データが表示されていると、邪魔になる場合もあるからである。

#### 【0042】

制御部 200 は、検査画像への計測データ表示が選択されていないと判断すると(ステップ S 22 の No)、さらに検査画像への設計データ表示が選択されているかを判断する(ステップ S 24)。制御部 200 は、検査画像への設計データ表示が選択されていないと判断すると(ステップ S 24 の No)、検査画像生成部 250 は、正対変換画像のみを検査画像として生成し、表示する(ステップ S 26)。検査画像生成部 250 は、記憶部 240 から正対変換画像データ 244 を読み出し正対変換画像を生成し、表示制御部 290 は、正対変換画像を表示部 284 に出力する。この場合には、前述した図 6 の検査画像 D 1 が表示される。

#### 【0043】

制御部 200 は、検査画像への設計データ表示が選択されたと判断すると(ステップ S 24 の Yes)、検査画像生成部 250 は、記憶部 240 から正対変換画像データ 244 と設計データ 248 を読み出して、正対変換画像に設計データを合成した検査画像を生成する(ステップ S 28)。

#### 【0044】

正対変換画像に設計データが合成された検査画像の例を、図 7 の検査画像 D 2 に示す。設計データによる鉄筋中心線 C s を破線で示す。なお、検査画像生成部 250 は、設計データの鉄筋中心線 C s を表示する際に、縦横鉄筋の交点の 1 つを基準の位置にして、表示する。図 7 の検査画像 D 2 は、鉄筋 H 1 の中心と鉄筋 H 2 の中心の交点 K を基準の位置として、鉄筋中心線 C s を表示した例である。ステップ S 26 及びステップ S 28 の後、ステップ S 22 に戻る。

#### 【0045】

制御部 200 は、検査画像への計測データの表示が選択されたと判断する(ステップ S 22 の Yes)、さらに設計データの表示が選択されているかを判断する(ステップ S 30)。制御部 200 が、設計データの表示が選択されていないと判断すると(ステップ S 30 の No)、検査画像生成部 250 は、記憶部 240 から正対変換画像データ 244 と計測データ 246 を読み出し、正対変換画像に計測データを合成した検査画像を生成する(ステップ S 32)。

#### 【0046】

また、制御部 200 は、検査画像に設計データを表示することが選択されていると判断すると(ステップ S 30 の Yes)、検査画像生成部 250 は、記憶部 240 から正対変換画像データ 244 と計測データ 246 と設計データ 248 を読み出し、正対変換画像に計測データと設計データを合成した検査画像を生成する(ステップ S 34)。

#### 【0047】

表示制御部 290 は、検査画像生成部 250 により生成された検査画像を表示部 284 に表示する(ステップ S 36)。ステップ S 32 の処理により計測データが合成された検査画像の例を図 8 の検査画像 D 3 に示す。検査画像 D 3 には、計測データによる鉄筋中心線 C t (実線)と、上下及び左右の鉄筋間隔(単位 cm)が表示される。また、ステップ S 34 の処理により計測データと設計データが合成された検査画像の例を図 9 の検査画像 D 4 に示す。

#### 【0048】

10

20

30

40

50

制御部 200 は、計測データを修正するための修正モードが選択されているかを判断する（ステップ S38）。制御部 200 は、修正モードが選択されていると判断すると（ステップ S38 の Yes）、修正部 230 は、検査者からの操作部 282 による修正を受け、計測部 220 に修正を指示する。計測部 220 は、修正部 230 からの指示に応じて、計測データを修正する（ステップ S40）。検査画像生成部 250 は、修正指示に応じた検査画像を生成し、表示部 284 に修正された検査画像が表示される。また、検査画像生成部 250 は、修正指示に応じて記憶部 240 の計測データ 246 を更新する（ステップ S42）。

#### 【0049】

図 10、図 11 及び図 12 は検査画像の計測エラーを修正した例（1）、（2）及び（3）である。図 10 は、鉄筋の一部が抽出できなかったため、計測にエラーが発生した例である。検査画像 D10 は、計測データのみが表示された検査画像で、修正前のエラーの検査画像である。検査画像 D10 では、4 本の縦の鉄筋（H1～H4）の中で、鉄筋 H2 が鉄筋として抽出されていない。これは、鉄筋 H2 が反射光の影響により露光オーバーになり白飛びしたために、鉄筋抽出部 222 が鉄筋 H2 の抽出に失敗した例である。従って、鉄筋間隔の値も誤った値となってしまう。

#### 【0050】

検査者は、検査画像 D10 を見て、鉄筋 H2 で鉄筋中心線 Ct の表示がなく、かつ鉄筋間隔の値（100）が異常であることを理解して、鉄筋 H2 が抽出できなかったことを認識する。検査者は、修正ボタン L3 をクリックして、修正モードを ON にする。そして、検査者は、画面上で鉄筋 H2 の中心に鉄筋中心線 Ct を追加する修正操作を行う。修正操作は、マウス等の操作によって、新規の鉄筋中心線 Ct を呼び出し、鉄筋 H2 の中心に移動させるような操作である。

#### 【0051】

図 10 の検査画像 D11 が、修正後の検査画像である。修正により追記された鉄筋中心線 Ct1 は、計測データの鉄筋中心線 Ct と異なる様子で表示されてもよい。計測データと修正によるデータを識別可能にするためである。検査画像 D11 では、追記された鉄筋中心線 Ct1 は一点鎖線で表示される。また、間隔は鉄筋中心線 Ct の追加や移動に応じて、自動的に算出されて表示される。修正により変更された間隔値も、当初の値と異なる様子で表示されてもよい。検査画像 D11 では、間隔値に枠で囲んで区別している。

#### 【0052】

図 11 は、後側の鉄筋が誤って抽出されたしまったため、計測にエラーが発生した例である。検査画像 D20 は、計測データのみが表示された検査画像で、修正前の検査画像である。4 本の縦の鉄筋（H1～H4）の中で、鉄筋 H2 が、隣の後側配筋 HB が検出されてしまいエラーが発生した例である。鉄筋抽出部 222 が、後側の鉄筋を誤って抽出してしまうことがあるからである。

#### 【0053】

検査者は、検査画像 D20 を見て、鉄筋中心線 Ct2 の位置と鉄筋の間隔値によって、鉄筋 H2 の抽出でエラーが発生したことを認識する。検査者は、修正ボタン L3 をクリックして、修正モードを ON にする。そして、検査者は、マウス等によって、後側配筋 HB に付された鉄筋中心線 Ct2 を、本来の位置である鉄筋 H2 の中心に移動する修正操作を行う。図 11 の検査画像 D21 は、修正後の検査画像である。検査画像 D21 と同様に、修正された鉄筋中心線 Ct3 は、一点鎖線で表示される。

#### 【0054】

図 12 は、計測データと設計データが表示された検査画像における修正の例である。エラーの内容は、図 10 の場合と同様に、一部の鉄筋が抽出されなかつた例である。検査画像 D30 は、図 10 の検査画像 D10（修正前）と同じ画像で、計測データと設計データが表示された検査画像である。

#### 【0055】

検査画像 D30 では、設計データによる鉄筋中心線 Cs（破線）も表示されるので、検

10

20

30

40

50

査者は本来検出されるべき鉄筋H2が検出できていないことを、明瞭に認識する。検査者は、図10の検査画像D11で説明したように、鉄筋H2の中心に鉄筋中心線Ct4を追加する修正操作を行う（検査画像D31参照）。ステップS42の後は、ステップS44に進む。

#### 【0056】

図5に戻る。制御部200は、修正モードではないと判断すると（ステップS38のNo）、検査結果の入力（検査OKボタンL4あるいは検査NGボタンL5）があったかを判断する（ステップS44）。検査者が、検査OKボタンL4あるいは検査NGボタンL5をクリックすると、検査結果が入力されたと判断される。

#### 【0057】

検査者は、検査画像を見て、正しく配筋されたと判断すると検査OKボタンL4をクリックする。逆に、検査者が、正しく配筋されていないと判断すると検査NGボタンL5をクリックする。制御部200は、検査結果の入力がないと判断すると（ステップS44のNo）、ステップS22に戻る。

#### 【0058】

制御部200は、検査結果が入力された判断すると（ステップS44のYes）、入力された検査結果を記憶部240に検査結果249として記憶する（ステップS46）。そして、制御部200は、撮影画像データ242に対して、対応する正対変換画像データ244、計測データ246、設計データ248及び検査結果249を、関連づけて記憶部240に記憶する。

#### 【0059】

検査画像は、正対変換画像に限るものではなく、撮影画像に計測データや設計データを合成して表示してもよい。図13は、正対変換画像ではなく撮影画像に対して、計測データが合成された検査画像D40を示す図である。撮影画像は、図3の画像E1である。検査画像生成部250が、計測部220で計測された計測データを撮影画像に対応するよう変換して合成することで、検査画像D40が生成される。

#### 【0060】

以上説明した実施形態によれば、撮影画像から計測された計測データにエラーが発生しても、検査画像を観察することで、そのエラーを簡単に発見できる。そして、検査画像を見ながらエラー箇所を簡単に修正できるので、エラーが発生した場合でも、再撮影を行うことなく、配筋検査を完了することができる。現状、撮影画像を利用した配筋検査においては、画像に起因する計測エラーが発生する可能性が少くない。そして、配筋検査では再撮影が困難であるため、計測エラーが発生した場合に、対応が困難であった。撮影画像を利用した配筋検査に本実施形態を適用することで、この問題を解決することができる。また、修正内容が計測データに反映されるので、配筋検査後のデータ管理も容易である。

#### 【0061】

なお、制御部200、画像取得部210、正対変換部212、計測部220及び検査画像生成部250は、CPU300によるソフトウェア処理により実現されると説明したが、これに限るものではない。制御部200等は、一部あるいは全部を。ゲートアレイ等のハードウェアで構成されてもよい。

#### 【0062】

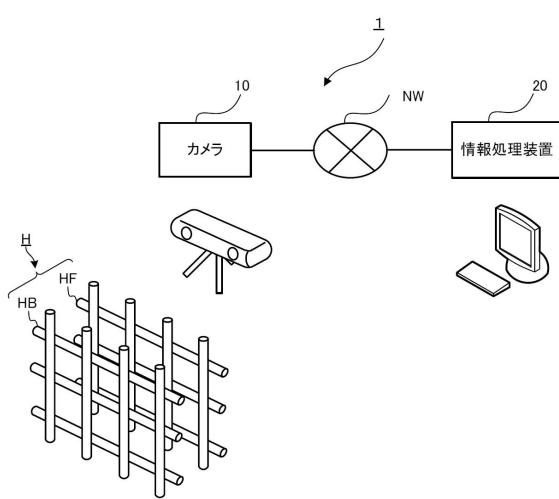
なお、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階でのその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素を適宜組み合わせても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。このような、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用ができるることはもちろんである。

#### 【符号の説明】

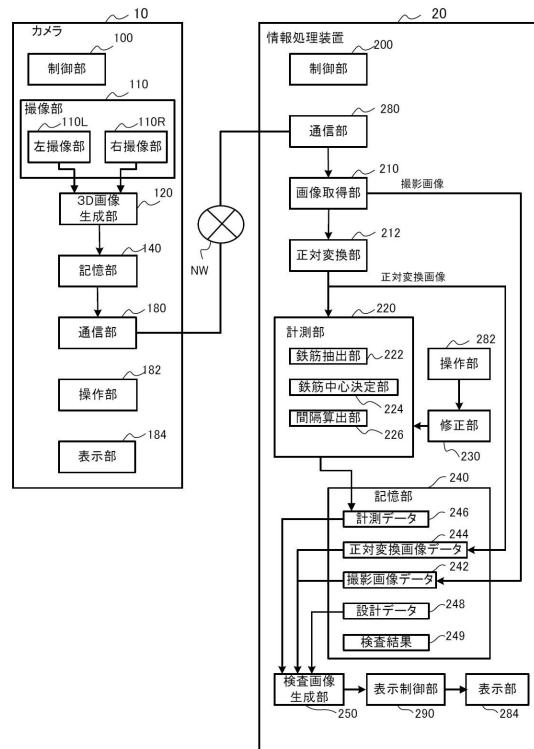
#### 【0063】

1 0	カメラ	
2 0	情報処理装置	
1 0 0	2 0 0 制御部	
1 1 0	撮像部	
1 2 0	3D画像生成部	
1 4 0	記憶部	
1 8 0	2 8 0 通信部	
1 8 2	2 8 2 操作部	
1 8 4	2 8 4 表示部	
2 1 0	画像取得部	10
2 1 2	正対変換部	
2 2 0	計測部	
2 2 2	鉄筋抽出部	
2 2 4	鉄筋中心決定部	
2 2 6	間隔算出部	
2 3 0	修正部	
2 4 0	記憶部	
2 4 2	撮影画像データ	
2 4 4	正対変換画像データ	
2 4 6	計測データ	20
2 4 8	設計データ	
2 5 0	検査画像生成部	
2 7 0	表示制御部	
2 9 2	入出力 I F	
3 0 0	C P U	
3 0 2	RAM	
3 0 4	ROM	

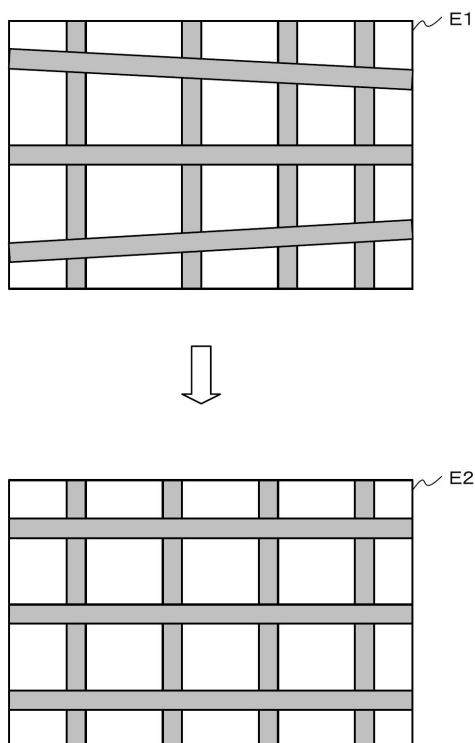
【図1】



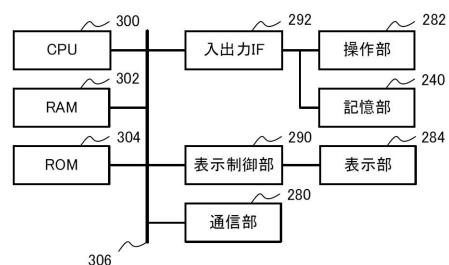
【図2】



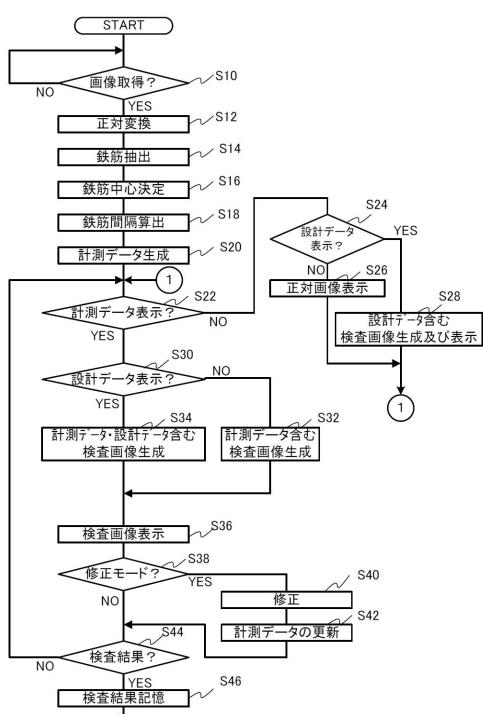
【図3】



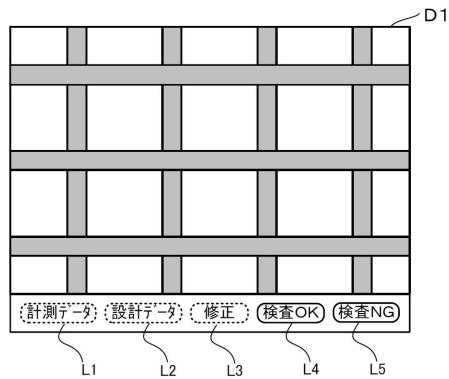
【図4】



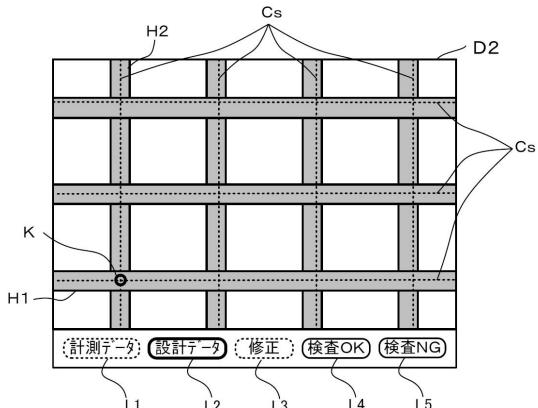
【図5】



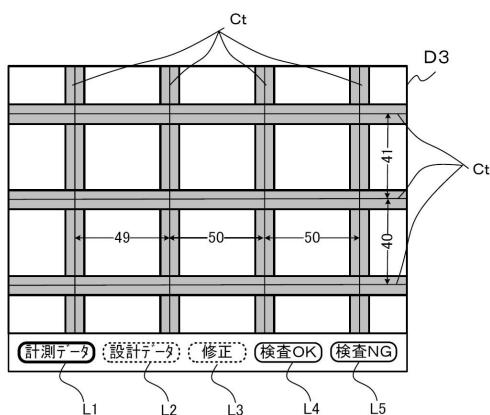
【図6】



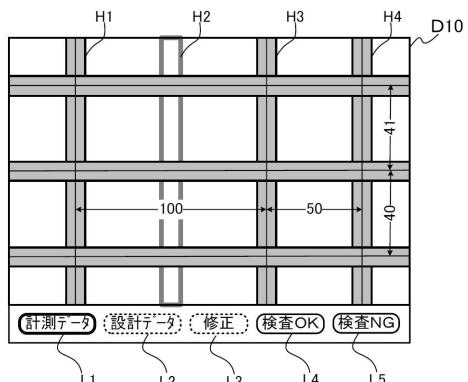
【図7】



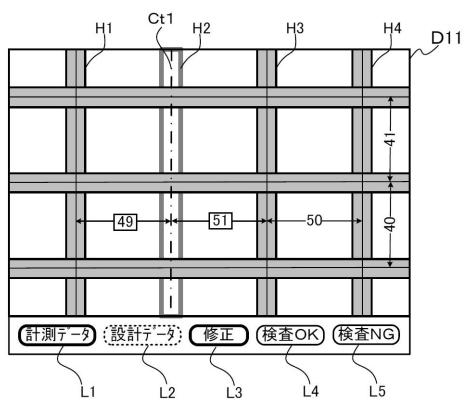
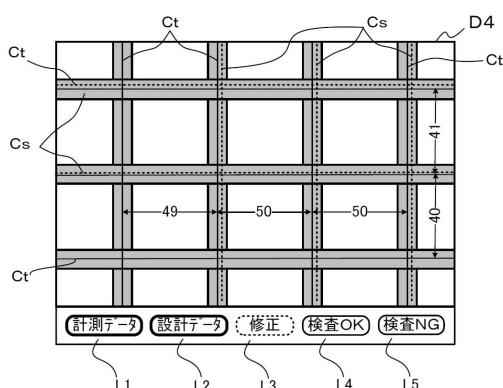
【図8】



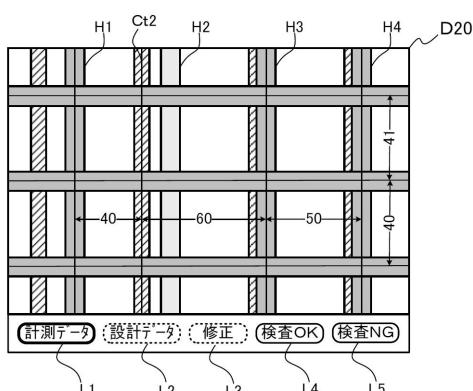
【図10】



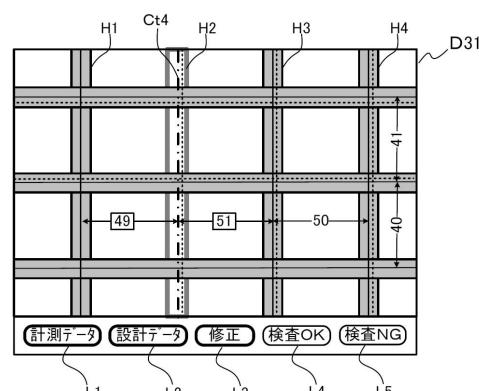
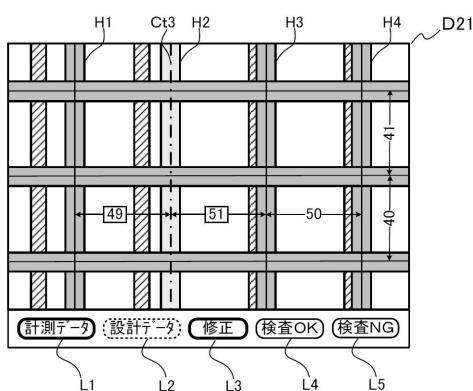
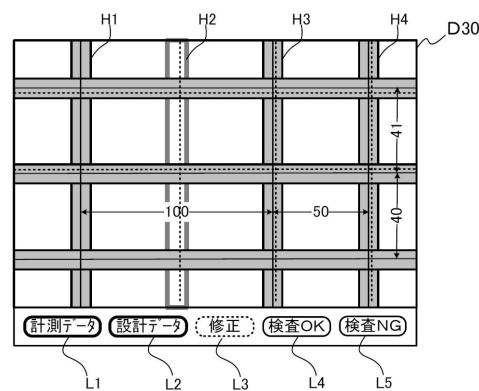
【図9】



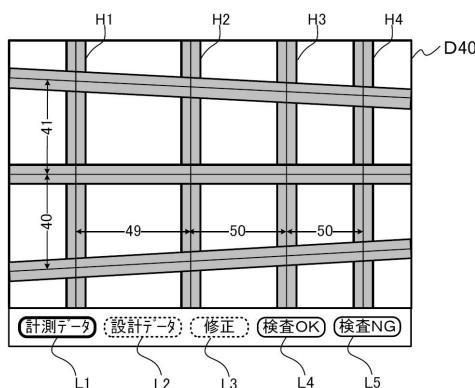
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 04N 7/18

K

審査官 松本 隆彦

(56)参考文献 再公表特許第2013/018522 (JP, A1)

特開2015-232482 (JP, A)

国際公開第2017/094456 (WO, A1)

特開2017-059861 (JP, A)

ステレオカメラを活用して配筋検査の大幅な省力化を実現！，鹿島建設株式会社ホームページ，  
2018年 2月28日，URL, <https://www.kajima.co.jp/news/press/201802/pdf/28c1-j.pdf>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E 04 G 21/12 - 21/22

G 01 N 21/84 - 21/958

G 01 B 11/24

G 06 Q 50/08

G 06 T 7/60

H 04 N 7/18