

(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2016-180637

(P2016-180637A)

(43) 公開日 平成28年10月13日(2016.10.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1N 21/88 (2006.01)	GO1N 21/88	Z 2GO43
GO1L 1/00 (2006.01)	GO1L 1/00	B 2GO51
GO1N 21/63 (2006.01)	GO1L 1/00	G
	GO1N 21/63	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2015-60297 (P2015-60297)
 (22) 出願日 平成27年3月24日 (2015. 3. 24)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 小西 孝明
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 株式会社日立製作所
 内

最終頁に続く

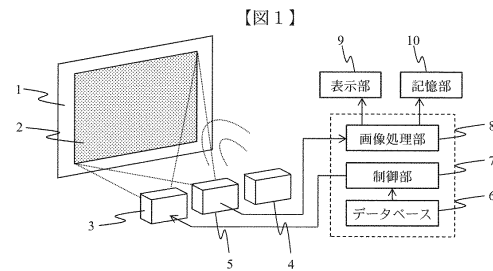
(54) 【発明の名称】 欠陥検査装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 インフラ構造物の表面応力分布および欠陥を定量的に検査する。

【解決手段】 応力に応じて発光する応力発光構造部 2 を表面に設けた検査対象の構造物 1 に対し、構造物の表面に励起光を照射する励起光照射装置 3 と、前記応力発光構造部 2 が飽和する励起光照射条件のデータを記憶している記憶部 10 と、前記記憶部のデータに基づき励起光照射装置の作動時間を制御する制御部 7 と、前記構造物表面を撮像する撮像装置 5 と、前記撮像装置により得られた前記構造物の画像に基づいて前記構造物の表面の欠陥を検出する画像処理部 8 から構成され、構造物表面の応力発光構造部を飽和させてから応力変化を発生させ、撮像機で発光を検出することで構造物表面の応力分布または欠陥を定量的に検知する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

応力に応じて発光する応力発光構造部を表面に設けた検査対象の構造物に対し、前記構造物の表面に励起光を照射する励起光照射装置と、
前記応力発光構造部が飽和する励起光照射条件のデータを記憶しているデータベースと

、
前記記憶部のデータに基づき励起光照射手段の作動条件を制御する制御部と、
前記構造物表面を撮像する撮像装置と、
前記撮像装置により得られた前記構造物の画像に基づいて前記構造物の表面の欠陥を検出する画像処理部を備えたことを特徴とする構造物の欠陥検査装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の構造物の欠陥検査装置において、
前記構造物の表面を加振する加振装置を備えることを特徴とする構造物の欠陥検査装置

【請求項 3】

請求項 1 記載の構造物の欠陥検査装置において、
前記応力発光構造部の飽和状況を取得する第 2 の撮像装置を備えることを特徴とする構造物の欠陥検査装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の構造物の欠陥検査装置において、
前記励起光照射装置が形状測定機能を備えていることを特徴とする構造物の欠陥検査方法。

20

【請求項 5】

請求項 1 記載の構造物の欠陥検査装置において、
前記欠陥検査装置が移動体に搭載されていることを特徴とする構造物の欠陥検査方法。

【請求項 6】

応力に応じて発光する応力発光構造部を表面に設けた検査対象の構造物の表面に励起光を照射し、前記構造物表面を撮像し、前記構造物の表面の撮像により得られた画像に基づいて、前記構造物の表面の欠陥を検出することを特徴とする構造物の表面検査方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、構造物の欠陥検査装置および方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

構造物の応力分布の測定は、構造物の残留応力や稼働時の応力集中などによる破壊を検知又は予測する手段の一つとして、広く活用されている。応力分布を測定する方法として一般的に、ひずみゲージを貼り付けてひずみ量を電気的に検出する方法や、赤外線カメラを用いて測定物の振動に対する発熱作用又は吸熱作用を測定し応力分布を求める方法、測定物表面にランダム模様を付与して複数カメラで撮像し応力変動を求めるデジタル画像相関法などが知られている。しかしながら、ひずみゲージは貼り付けの手間が必要であり、さらに一点測定であること、赤外線カメラは測定範囲が限られ、さらに繰り返し加振が必要であること、デジタル画像相関法は事前に表面模様の準備が必要であることが課題であり、非接触かつ広範囲を一括で測定する方法が求められていた。

40

【0003】

そこで、上記課題を解決した応力分布の測定システムとして、特許文献 1 がある。この特許には、応力発光物質を用い、複数台の撮像装置を用いて応力発光体を表面に付与した測定物の発光を撮像することで、測定物の応力分布を非接触で測定するシステムについて述べられている。

【0004】

50

一方で、近年、トンネルなどの社会インフラ構造物においては、老朽化による耐久性の低下が社会的に問題となっており、維持管理のための定期的な検査と補修作業の必要が高まっている。従来の定期検査においては、近接目視検査や打音検査が実施されているが、人手による作業のため効率が悪く、全面検査には数時間を要する。そのため、供用中構造物における検査が困難で、使用していない時間帯での検査、もしくは、一時的に供用を停止して検査する必要がある、検査頻度の低下や構造物稼働率の低下が問題となっていた。

【0005】

そこで、走行車両に搭載したカメラを用いた検査方法が提案されている。例えば、トンネル壁面の画像を撮像し検査する装置として、特許文献2がある。この特許には、トンネル内走行車両に搭載した次元センサカメラを用いて、トンネル壁面に対して進行方向と直交方向の断面スキャンを行い、順次データを蓄積することで、トンネル壁面の展開画像を得る装置について記載されている。ただし、高速移動車両に搭載したカメラを用いて撮像を行う場合には、取得画像のブレを防ぐ必要がある。

10

【0006】

そこで、高速移動車両に搭載したカメラを用いて撮像を行う場合には、取得画像のブレを防ぐために、露光時間を短くする必要がある。トンネルのような暗所、且つ、短い露光時間での撮像画像において、亀裂部分とそれ以外の領域を判別するには、亀裂部分を強調することが必要となる。応力が集中する箇所を強調する方法についても提案がなされており、例えば、構造物に発生した応力分布を測定する方法として、特許文献3がある。この特許には、計測対象表面にシートまたは塗膜として形設された応力発光材料が計測対象における応力に比例して光を放射し、カメラを用いて放射された光を検出することで応力分布を計測するシステムについて記載されている。他にも、例えば、応力発光パターンからひずみパターンを算出する方法として、特許文献4がある。この特許には、応力発光パターンと光照射パターンからひずみパターンを算出する方法について記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-284393号公報

【特許文献2】特開平06-42300号公報

【特許文献3】特開2001-215157号公報

【特許文献4】特開2010-190865号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述の特許文献1に記載の方法にあつては、応力発光物質の励起方法については述べられておらず、応力発光体の励起状態によって異なる発光が生じることが考えられ、このような発光量から応力の大きさを定量的に求めることができない。また、上述の特許文献2に記載の方法にあつては、亀裂部分を強調する構成は含んでおらず、例えば、表面汚れと亀裂を判別するために高いコントラストでの撮像が必要となり、検査速度を向上することが困難である。また、上述の特許文献3に記載の方法にあつては、応力発光材料によって応力集中部分を検出する構成については述べられているが、亀裂部分に応力変化を付与する構成を含んだ構造物検査方法については述べられておらず、短時間の検査において検出のタイミングに合わせて発光させることは困難である。また、上述の特許文献4に記載の方法にあつては、応力発光の検知時間および光照射の照射時間に基づいてひずみパターンを算出する方法について述べられているが、検査開始前の環境光による応力発光体の励起状態を一意に特定できないため、光照射時間に基づく照射パターンによって得られる応力発光体の励起状態が一意に定まらず、発光量の定量化、ひいては、亀裂サイズ、応力の定量化に誤差が含まれる。

40

【0009】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みなされたものであつて、その目的は、構造物

50

の応力分布および欠陥の検査を、非接触かつ広域を一括で実施し、さらに定量評価を行うことができる装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明は、応力に応じて発光する応力発光構造部を表面に設けた検査対象の構造物に対し、前記構造物の表面に励起光を照射する励起光照射装置と、前記応力発光構造部が飽和する励起光照射条件のデータを記憶しているデータベースと、前記記憶部のデータに基づき励起光照射手段の作動条件を制御する制御部と、前記構造物表面を撮像する撮像装置と、前記撮像装置により得られた前記構造物の画像に基づいて前記構造物の表面の欠陥を検出する画像処理部を備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、構造物表面の応力発光体を飽和させた一定の条件で発光させることができ、構造物表面の応力分布あるいは亀裂の大きさの定量評価が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施例1による表面検査装置の全体構成を検査対象の構造物とともに概略的に示す図である。

【図2】実施例1による表面検査装置における各ステップを示すフローチャートである。

【図3】励起光照射時間と応力発光体の励起状態との関係を示す図である。

20

【図4】データベースに格納される励起光照射条件の一例を示した表である。

【図5】撮像装置により取得された構造物の表面の応力分布画像の一例を示す図である。

【図6】撮像装置により取得された構造物の表面の亀裂撮像画像の一例を示す図である。

【図7】画像処理装置の抽出部により抽出処理を施した画像の一例を示す図である。

【図8】実施例2による表面検査装置の全体構成を検査対象の構造物とともに概略的に示す図である。

【図9】TDIセンサの構造の一例を示す図である。

【図10】実施例3による表面検査装置の全体構成を検査対象の構造物とともに概略的に示す図である。

【図11】複数の検査画像を補正処理を行わずに貼り合わせた結果の一例を示す図である。

30

【図12】複数の検査画像を補正処理を行い貼り合わせた結果の一例を示す図である。

【図13】実施例4による表面検査装置の全体構成を検査対象の構造物とともに概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を用いて各実施例を説明する。

【実施例1】

【0014】

図1から図7を用いて、検査方法の概要について説明する。

40

【0015】

図1は、実施例1の検査を実施するための装置の概要である。装置は、検査対象である構造物1の表面に設けられた応力発光材料含有層2、応力発光材料含有層2に向けて励起光を照射する励起光照射装置3、加振装置4、撮像機5を備えている。また、励起光照射条件データを記憶しておくデータベース6、励起光照射条件を制御する制御部7、撮像機5から送られる画像を処理する画像処理部8、画像処理部での処理結果を表示する表示部9、処理結果を記憶する記憶部10を備えている。

【0016】

図2は、実施例1の検査方法を含む構造物検査プロセスのフローチャートである。S101において検査が開始されると、S102において、データベース6に記憶された励起

50

光照射条件データが制御部7に読み込まれる。S103において、読み込まれた励起光照射条件データに基づき励起光照射手段3から、構造物1の表面に設けられた応力発光材料含有層2の検査対象領域に向けて、励起光が照射される。S104の応力変化プロセスで検査対象領域に応力変化が発生すると、応力集中部分が発光し、S105において撮像機5で撮像が行われる。撮像画像は画像処理部8に送られ、S106において画像処理部8は撮像画像から発光領域を抽出し、応力分布の算出または欠陥の有無を判定する。S107において、画像処理部8の処理結果は表示部9に送られ表示、または、記憶部10に送られ保存される。その後、S108において、検査対象領域全ての撮像が完了したかどうかが判断され、未完了の場合はS102に戻り、検査対象領域を移動して引き続き撮像が実施される。全ての撮像、および、処理結果の表示または保存の完了後、プロセスはS109に進み、検査が終了する。以下、各ステップにおける詳細について個別に説明する。

10

【0017】

まず、図3から図4を用いて、応力発光材料含有層2の励起光を照射する方法について説明する。

【0018】

図3に、励起光照射時間と応力発光体の励起状態の関係を示す。応力発光材料含有層2は所定の励起光を照射することで飽和状態へと遷移する。飽和した応力発光材料含有層2は、励起光照射前にどのような励起状態にあったとしても、励起光を照射することで飽和させてしまえば同じ飽和状態へと遷移するため、その部分へ応力を付与した場合には、同じ発光をするため環境光の影響を受けずに表面検査が可能となる。応力発光材料含有層2が飽和するまでの励起光照射時間は、例えば、励起光照射装置3の光強度、波長分布、照射距離、応力発光体自身の励起感度、応力発光材料含有層2の応力発光材料含有量、応力発光材料厚さなどの条件によって異なる値となる。図4に、励起光照射条件の例を示す。検査に用いる励起光照射条件は、検査対象によって異なる上記条件によって一意に定められた照射時間を含むものであり、データベース6にそれぞれ格納されている。励起光照射ステップS104では、まずデータベース6から検査対象に応じた照射条件を読み出し、定められた照射時間を制御部7に送る。制御部7は、読み込まれた照射時間に応じて励起光照射装置3を駆動し、応力発光材料含有層2に向けて励起光を照射する。以上の方法によって、検査対象領域の応力発光材料含有層2は、一様に飽和状態に励起された状態となる。なお、励起光照射装置3は、白熱電球、蛍光灯、LED照明などを利用し、光を照射する手段であれば強度や波長の制限は無く、同様の効果が得られる別の手段を用いても良い。また、データベース6に格納する励起光照射条件および励起光照射装置3は、照射強度が様なものを用いる構成として説明しているが、照射領域に対し二次元に強度分布を持つもの、あるいは、二次元強度分布制御をできるものとしても良く、例えば、検査対象領域の照射領域を区切り、照射条件を区切りごとに設定し、照射時間を区切りごとに調整して励起光照射を行うような構成としても良い。

20

30

【0019】

次に、画像取得方法について説明する。

【0020】

S104の応力変化プロセスによって、応力分布または亀裂を発光させた構造物1の表面は、S105において撮像機6によって撮像処理が行われる。撮像画像は、S104の応力変化プロセスによって高い応力が表れている箇所の応力発光材料含有層2が発光するため、応力の大きさに比例して撮像画像の輝度が領域ごとに変化する。なお、S104の応力変化プロセスの応力変化プロセスにおいては、例えば、加振装置4によって構造物1の表面に応力変化を付与するなど、能動的に応力変化を与えて検査対象領域の応力集中部分を強調しても良い。加振装置4は、超音波素子、空気圧を変動させる空気銃、ガスガンなど、非接触で物理的な変動を与える各種装置が考えられ、同等の効果が得られる別の装置を用いた構成としても構わない。

40

【0021】

次に、S106において応力分布の算出または亀裂の有無が判定される。図5を用いて

50

応力分布の算出方法を、図 6 から図 7 を用いて、欠陥判定方法を説明する。

【 0 0 2 2 】

図 5 に、応力分布の存在する構造物 1 の表面の応力分布撮像画像 1 1 を示す。上記励起光照射プロセスにおいて、応力発光体は飽和状態に励起されているため、応力分布に比例した発光が現れ、応力分布撮像画像 1 1 上では、応力分布に応じた輝度分布が現れる。応力分布撮像画像 1 1 は、撮像機 5 から画像処理部 8 に送られ、必要に応じて、例えば、最大輝度の画素点の抽出などの処理が実施され、応力集中領域の抽出処理が行われる。

【 0 0 2 3 】

図 6 に、亀裂欠陥が存在する構造物 1 の表面の欠陥撮像画像 1 2 を示す。欠陥撮像画像 1 2 上では、応力変化プロセスによって亀裂部分に応力集中が発生し、亀裂部分の発光領域 1 3 が明るく撮像される。一方で、構造物 1 の元々の表面模様領域 1 4 や、表面付着物 1 5 などは、亀裂部分の発光領域 1 3 に対して比較的暗く撮像される。欠陥撮像画像 1 2 は、撮像機 5 から画像処理部 8 に送られ、亀裂部分の有無の判定が行われる。画像処理部 8 では、例えば、輝度の二値化処理のような画像処理によって、欠陥撮像画像 1 2 から明るく撮像された亀裂部分の発光領域 1 3 のみが抽出され、図 7 に示す抽出処理画像 1 6 のような出力画像、または、欠陥位置、長さなどの欠陥情報データを得る。なお、亀裂部分のみを抽出する画像処理については、同様の効果が得られる別の処理を用いても良く、例えば、境界抽出処理を用いても構わない。また、亀裂部分のみを抽出する処理の前もしくは後に、平滑化処理のようなノイズ除去処理を必要に応じて追加しても構わない。さらに、実施例 1 においては、亀裂部分の有無を判定する処理を行っているが、設定した検査目的と検査基準に応じて、例えば、欠陥のサイジング（長さ算出、幅算出）処理を行い、予め定めた基準の値を超えるか否かによって合否を判定する処理としても良い。

10

20

【 0 0 2 4 】

上記方法によって得られた応力分布撮像画像 1 1、亀裂部分の抽出処理画像 1 6、または欠陥情報データは、S 1 0 7 において表示手段 8、記憶手段 9 に送られ、応力分布情報や欠陥情報の表示および蓄積が行われる。

【 0 0 2 5 】

その後、S 1 0 8 において、検査領域全体の撮像が完了したか否かを判断する。撮像が未実施の領域がある場合は、検査は S 1 0 3 に戻り、未実施領域において励起光照射、圧力変化プロセスと撮像が実施される。全ての領域での撮像が完了し、未実施領域がない場合には、検査は S 1 0 9 に進み、検査が完了する。

30

【 0 0 2 6 】

以上の方法により、構造物表面に発生した応力分布の測定および欠陥を高速に検査することが可能となる。また、構造物表面の応力発光体を飽和させた一定の条件で発光させることができ、環境光がある中での検査においても構造物表面の応力分布あるいは亀裂の大きさの定量評価が可能となる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 7 】

以下、図 8 から図 9 を用いて、実施例 2 を説明する。

【 0 0 2 8 】

実施例 2 による検査装置は、実施例 1 の図 1 に示した装置に加え、移動体 2 2 を備えた構成である。実施例 2 では、励起光照射装置 3、加振装置 4、撮像機 5、データベース 6、制御部 7、画像処理部 8、表示部 9、記憶部 1 0 を移動体 2 2 に搭載し、検査対象である構造物 1 に沿った移動検査装置について説明する。

40

【 0 0 2 9 】

図 8 に、実施例 2 における装置を横から見た概略図を示す。励起光照射装置 3、加振装置 4、撮像機 5 が構造物 1 の表面に向かって順に配置されている。検査が開始されると、移動体 2 2 が構造物 1 に沿って移動を開始し、検査対象領域に近づくと、実施例 1 の図 2 に示したブロック図の手順で、励起光の照射、加振装置 4 による応力付与、撮像機 5 による撮像が検査対象領域を通過するタイミングで実施される。なお、励起光照射装置 3、加

50

振装置 4、撮像機 5 は、検査対象と移動体 2 2 の移動速度にあわせ、所望のタイミングで作動できるように配置されることが望ましいが、これに限らず、例えば、それぞれの配置を移動速度にあわせて可変とする構成など、同等の効果が得られる別の構成としても構わない。

【0030】

なお、撮像機 5 には、例えば、図 9 に示す T D I (T i m e D e l a y I n t e g r a t i o n) センサ 1 7 のような、高速高感度センサを用いても構わない。T D I センサ 1 7 は、検査対象表面の発光をレンズ 1 8 を介して受光素子 1 9 上に集光し、受光素子 1 9 で光電変換した電荷を読み出す際に、隣接する受光素子に転送を実施する。このときに、T D I センサの移動速度と、受光素子 1 9 の電荷転送のタイミングを合わせることで、転送回数だけ電荷を蓄積することができ、露光時間を長くすることが可能である。これにより、移動体上に設置したセンサにおいて高速かつ高感度撮像が可能となる。

10

【0031】

以上の方法により、構造物表面に発生した応力分布の測定および欠陥を移動しながら広域を一括に検査することが可能となる。

【実施例 3】

【0032】

以下、図 1 0 から図 1 2 を用いて、実施例 3 を説明する。

【0033】

実施例 3 による検査装置は、実施例 1 の図 1、または、実施例 2 の図 8 に示した装置のうち、励起光照射装置 3 が位置測定機能を備え、また、画像処理部 8 で処理された画像が位置補正処理部 2 0 に送られ、励起光照射装置 3 によって測定された位置測定結果によって複数の画像の測定位置が補正されることを特徴とする。

20

【0034】

図 1 1 に、位置補正を行わずに複数の測定結果画像を貼り合わせた結果を示す。位置測定および補正を実施しない場合、撮像機 5 を含む本検査装置と測定対象である構造物 1 との相対位置は変動し、測定結果の各測定位置には変動が含まれ、例えば、測定結果画像の欠陥測定位置が大きくずれを持つことになる。図 1 2 に、位置補正を行った複数の測定結果画像を貼り合わせた結果を示す。励起光照射装置 3 によって各測定が実施された位置を測定し、測定結果画像の位置を補正することで、各測定結果画像のずれを補正し、例えば欠陥の測定位置を高精度に求めることが可能となる。なお、位置測定機能を備えた励起光照射装置 3 は、例えば、レーザ変位計など、光の照射機能と励起光照射装置 3 と構造物 1 の相対位置を測定する機能を備えたものであれば、これに限らず他の装置を用いても良い。

30

【0035】

以上の方法により、構造物表面に発生した応力分布の測定および欠陥の位置を各測定結果画像のずれを補正し高精度に検査することが可能となる。

【実施例 4】

【0036】

以下、図 1 3 を用いて、実施例 4 を説明する。

40

【0037】

実施例 4 による検査装置は、実施例 1 の図 1 に示した装置に加え、応力発光材料含有層 2 の飽和状況を取得する撮像装置 2 1 を備えた構成である。

【0038】

図 1 3 に、実施例 4 における装置の概要を示す。撮像装置 2 1 は、励起光照射装置 3 によって励起光が照射される領域を撮像し、応力発光材料含有層 2 が飽和していることを、撮像輝度の指標によって判断する。指標としては、例えば、励起光照射装置 3 からの光の照射において、ある輝度値以上の状態が規定時間以上持続していること、励起光照射装置 3 からの光照射の終了から規定時間経過後にある輝度値以上の残光を発していること、などが考えられる。以上の判断から、応力発光材料含有層 2 が飽和していることが確認でき

50

れば、図 2 に示す応力変化プロセス S 1 0 4 に進む。飽和に達していないと判断がされた場合には、図 1 3 における制御部 7 を介して、励起光照射装置 3 を継続作動、もしくは、光照射を終了していた場合には再度作動させ、応力発光材料含有層 2 が飽和していると判断されるまで光の照射を実施する。また、撮像装置 2 1 の撮像結果を用いて測定箇所に合わせて照射光を変化させて飽和させるようにしても良く、このように行えば不必要に照射を行う必要がなくなり、不要なエネルギー消費を防止できる。

【 0 0 3 9 】

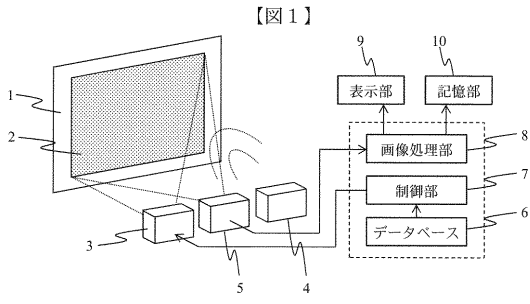
以上の方法により、応力発光材料含有層を飽和させ、構造物表面に発生した応力分布の測定および欠陥を検査することが可能となる。

【 符号の説明 】

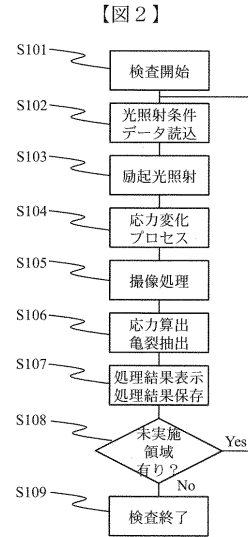
【 0 0 4 0 】

1 . . . 構造物	
2 . . . 応力発光材料含有層	
3 . . . 励起光照射装置	
4 . . . 加振装置	
5 . . . 撮像機	
6 . . . データベース	
7 . . . 制御部	
8 . . . 画像処理部	
9 . . . 表示部	10
1 0 . . . 記憶部	
1 1 . . . 応力分布撮像画像	
1 2 . . . 欠陥撮像画像	
1 3 . . . 発光領域	
1 4 . . . 表面模様領域	
1 5 . . . 表面付着物	
1 6 . . . 抽出処理画像	
1 7 . . . T D I センサ	
1 8 . . . レンズ	
1 9 . . . 受光素子	20
2 0 . . . 位置補正処理部	
2 1 . . . 撮像装置	
2 2 . . . 移動体	
S 1 0 1 . . . 検査開始ステップ	
S 1 0 2 . . . 光照射条件データ読込ステップ	
S 1 0 3 . . . 励起光照射ステップ	
S 1 0 4 . . . 応力変化プロセスステップ	
S 1 0 5 . . . 撮像処理ステップ	
S 1 0 6 . . . 応力算出または亀裂抽出ステップ	
S 1 0 7 . . . 処理結果表示および保存ステップ	30
S 1 0 8 . . . 未実施領域有無判定ステップ	
S 1 0 9 . . . 検査終了ステップ	40

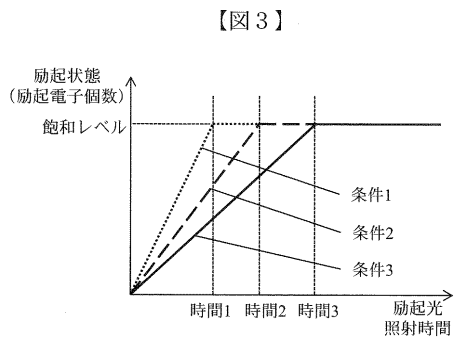
【図1】



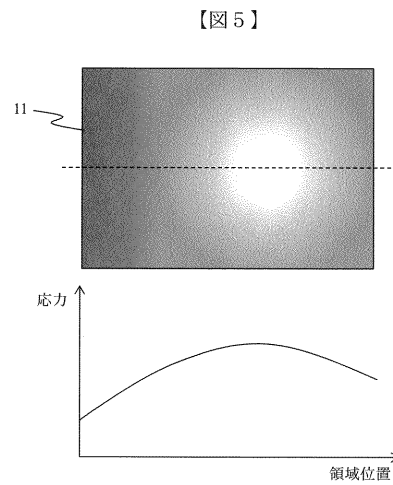
【図2】



【図3】



【図5】



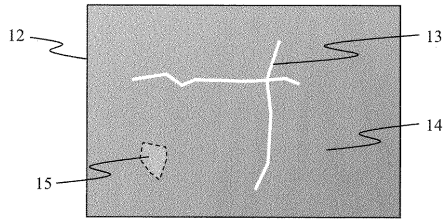
【図4】

【図4】

	励起光種類	照射距離	応力発光体種類	発光層厚さ	...	照射条件
検査対象A						条件3
検査対象B						条件1
...						

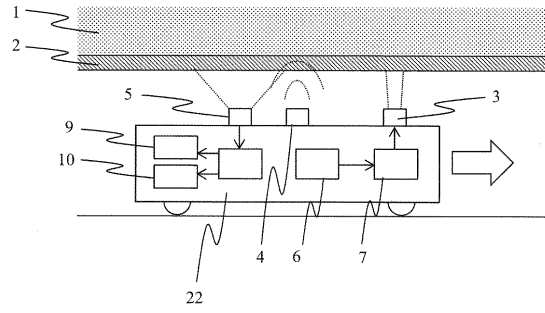
【図6】

【図6】



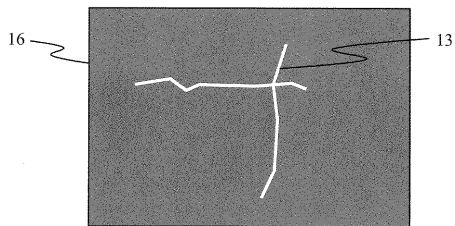
【図8】

【図8】



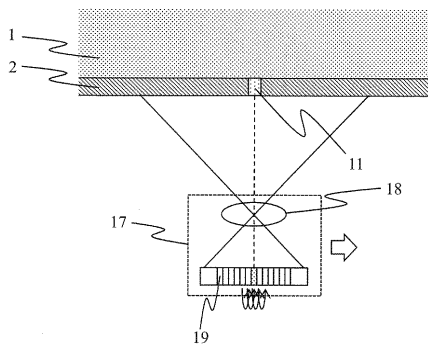
【図7】

【図7】



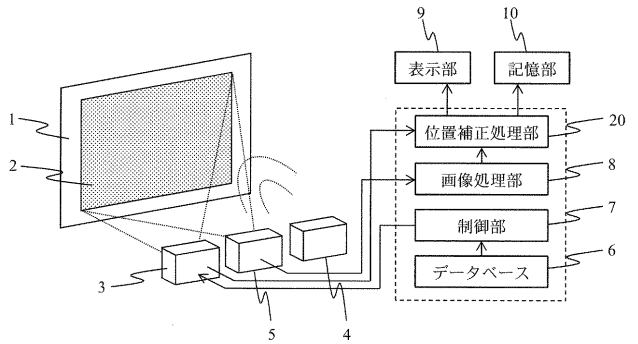
【図9】

【図9】



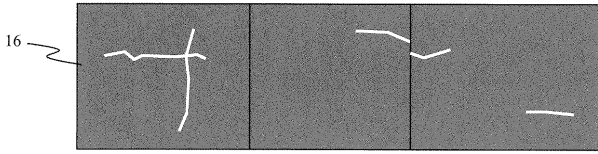
【図10】

【図10】



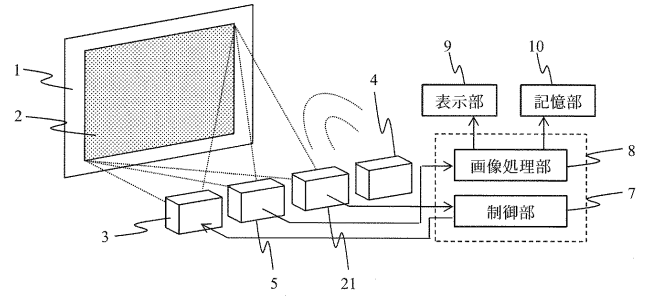
【図11】

【図11】



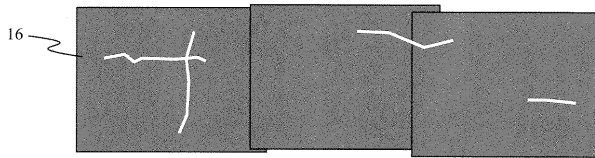
【図13】

【図13】



【図12】

【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 中野 博之

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

(72)発明者 永島 良昭

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 2G043 AA03 CA09 EA06 FA01 GA07 GB19 HA01 LA03

2G051 AA90 AB02 AC16 BC03 CA03 CA04 CB10 CD01 EA11 EA16

EB01 ED09 ED13