

(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2014-201720

(P2014-201720A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 8 F 2/48 (2006.01)	C O 8 F 2/48	2 G O 4 3
G O 1 N 21/64 (2006.01)	G O 1 N 21/64	4 J O 1 1
H O 1 L 33/00 (2010.01)	H O 1 L 33/00	5 F 1 4 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-81400 (P2013-81400)	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成25年4月9日 (2013.4.9)		富士通株式会社
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100146776
			弁理士 山口 昭則
		(72) 発明者	酒井 寛
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光硬化樹脂の硬化方法及び光照射装置

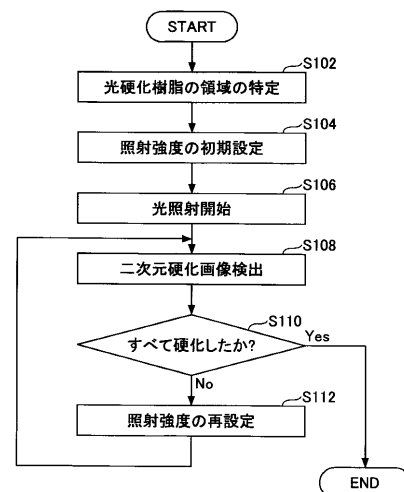
(57) 【要約】

【課題】短時間で、硬化の状態に偏りを生じさせることなく均一に、光硬化樹脂を硬化させることができる光硬化樹脂の硬化方法を提供する。

【解決手段】光を照射することにより硬化する樹脂に、複数の光源より光を照射する光照射工程と、前記光の照射することにより前記樹脂より発生した蛍光の分布を撮像し、前記撮像された蛍光の分布に基づき前記樹脂の硬化の状態の分布を示す硬化画像を検出する硬化画像工程と、前記硬化画像に基づき、前記複数の光源における各々の照射強度を設定する照射強度設定工程と、を有する光硬化樹脂の硬化方法により上記課題を解決する。

【選択図】 図 5

本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法のフローチャート



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光を照射することにより硬化する樹脂に、複数の光源より光を照射する光照射工程と、
前記光の照射することにより前記樹脂より発生した蛍光の分布を撮像し、前記撮像された蛍光の分布に基づき前記樹脂の硬化の状態の分布を示す硬化画像を検出する硬化画像工程と、

前記硬化画像に基づき、前記複数の光源における各々の照射強度を設定する照射強度設定工程と、

を有することを特徴とする光硬化樹脂の硬化方法。

【請求項 2】

前記光は、紫外線を含む光であることを特徴とする請求項 1 に記載の光硬化樹脂の硬化方法。

【請求項 3】

前記樹脂の硬化の状態は、前記樹脂からの蛍光の波長に対応して得られるものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光硬化樹脂の硬化方法。

【請求項 4】

前記照射強度設定工程は、前記光源により形成される照射領域において、前記樹脂の硬化が遅れている場合には、前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

【請求項 5】

前記照射強度設定工程は、第 2 の照射強度設定工程であって、

前記光照射工程の前に、前記樹脂の存在している領域を特定する樹脂領域特定工程と、
特定された前記樹脂の領域に対応して、前記複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定工程と、

を有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

【請求項 6】

光を照射することにより硬化する樹脂が存在している領域を特定する樹脂領域特定工程と、

特定された前記樹脂の領域に対応して、前記光を照射する複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定工程と、

前記樹脂に、前記複数の光源より光を照射する光照射工程と、

を有することを特徴とする光硬化樹脂の硬化方法。

【請求項 7】

光を照射することにより硬化する樹脂に、光を照射する複数の光源と、

前記光源より照射された光により、前記樹脂において発生する蛍光の分布を撮像する撮像部と、

前記撮像部において撮像された蛍光の分布より、前記樹脂における硬化状態を示す硬化画像を検出する硬化画像検出部と、

前記硬化画像に基づき、前記光源の照射強度を設定する照射強度設定部と、

前記照射強度設定部において設定された照射強度の光を前記複数の光源より照射する制御を行う制御部と、

を有することを特徴とする光照射装置。

【請求項 8】

前記照射強度設定部は、前記光源により形成される照射領域において、前記樹脂の硬化が遅れている場合には、前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする請求項 7 に記載の光照射装置。

【請求項 9】

前記照射強度設定部は、第 2 の照射強度設定部であって、

前記樹脂が存在している領域を特定し、特定された前記樹脂の領域に対応して、前記光を照射する複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定部を有する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の光照射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光硬化樹脂の硬化方法及び光照射装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、多くの産業分野において、紫外線等の光を照射して硬化させる光硬化樹脂は、部品形成や接着剤として用いられている。このような光硬化樹脂は、熱エネルギーを与えることにより硬化させる熱硬化樹脂と比べて、有害物質を放散しない、硬化時間が短い、熱に弱い製品にも適用することができる等の多くの利点を有している。光硬化樹脂は、光を照射する前は液状であるが、光を照射することにより硬化し固体となる。

10

【0003】

ところで、光硬化樹脂を用いて光学部品等の部品を形成する場合には、光硬化樹脂の硬化の状態に偏りが生じ、硬化収縮の影響により、光学部品等において位置ズレ等が生じてしまう場合がある。また、光硬化樹脂は透明であり、目視による硬化の状態を判断することは極めて困難であることから、硬化が不十分となる領域が生じることを防ぐため、紫外線等の光を長時間照射している場合がある。しかしながら、このように紫外線等の光を長時間照射することは、製造工程に時間を要し、また、製造コストの増加を招くため好ましくない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 177696 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 188715 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

よって、短時間で、硬化の状態に偏りを生じさせることなく均一に、光硬化樹脂を硬化させることができる光硬化樹脂の硬化方法が求められている。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本実施の形態の一観点によれば、光を照射することにより硬化する樹脂に、複数の光源より光を照射する光照射工程と、前記光の照射することにより前記樹脂より発生した蛍光の分布を撮像し、前記撮像された蛍光の分布に基づき前記樹脂の硬化の状態の分布を示す硬化画像を検出する硬化画像工程と、前記硬化画像に基づき、前記複数の光源における各々の照射強度を設定する照射強度設定工程と、を有する。

【0007】

また、本実施の形態の他の一観点によれば、光を照射することにより硬化する樹脂が存在している領域を特定する樹脂領域特定工程と、特定された前記樹脂の領域に対応して、前記光を照射する複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定工程と、前記樹脂に、前記複数の光源より光を照射する光照射工程と、を有する。

40

【0008】

また、本実施の形態の他の一観点によれば、光を照射することにより硬化する樹脂に、光を照射する複数の光源と、前記光源より照射された光により、前記樹脂において発生する蛍光の分布を撮像する撮像部と、前記撮像部において撮像された蛍光の分布より、前記樹脂における硬化状態を示す硬化画像を検出する硬化画像検出部と、前記硬化画像に基づき、前記光源の照射強度を設定する照射強度設定部と、前記照射強度設定部において設定された照射強度の光を前記複数の光源より照射する制御を行う制御部と、を有する。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 9 】

開示の光硬化樹脂の硬化方法によれば、短時間で、硬化の状態に偏りを生じさせることなく均一に、光硬化樹脂を硬化させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本実施の形態における光照射装置の構造図

【 図 2 】 光照射装置における光照射部の光源の説明図

【 図 3 】 光照射部の光源より照射された光の照射領域の説明図

【 図 4 】 照射領域における光強度分布の説明図

【 図 5 】 本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法のフローチャート

10

【 図 6 】 本実施の形態において光が照射される部品の構造図

【 図 7 】 光硬化樹脂と照射領域との位置関係の説明図

【 図 8 】 第 1 の照射強度設定部により設定された光照射部の光源における照射強度の説明図

【 図 9 】 光が照射されている状態における二次元硬化画像

【 図 1 0 】 積算照射量と硬度との相関図（積算照射量と硬度の硬化曲線）

【 図 1 1 】 第 2 の照射強度設定部により設定された光照射部の光源における照射強度の説明図

【 図 1 2 】 光照射部の光源における照射強度を設定する方法の説明図（ 1 ）

【 図 1 3 】 光照射部の光源における照射強度を設定する方法の説明図（ 2 ）

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

実施するための形態について、以下に説明する。尚、同じ部材等については、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 1 2 】

（ 光照射装置 ）

最初に、本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法に用いられる光照射装置について図 1 から図 3 に基づき説明する。この光照射装置は、光照射の対象となる部品 1 0 の上方に設けられた光照射部 2 0、光照射制御部 3 0、部品 1 0 における二次元画像を撮像することのできる撮像部 4 0、制御部 5 0 等を有している。

30

【 0 0 1 3 】

光照射部 2 0 は、図 2 に示されるように、複数の光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g を有している。尚、光源 2 0 g は撮像部 4 0 に設置されており、光源 2 0 g から出射された光は、ダイクロイックミラー 4 2 により反射されて、図 3 に示すように中央部の照射領域 2 1 g に照射される。光照射部 2 0 における光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f は、照射領域 2 1 g の周囲に、照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f が形成されるように設置されている。具体的には、図 2 に示されるように、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f は、撮像部 4 0 の周囲に設置されている。各々の照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f、2 1 g は、図 4 に示すような光強度分布を有しており、照射領域の中心部において光強度が最も強く、中心部から離れるに伴い、徐々に光強度が低下する。

40

【 0 0 1 4 】

本実施の形態においては、光照射部 2 0 における光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g から紫外線を含んだ光が照射される。具体的には、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g は、各々水銀ランプ、水銀キセノンランプ、UV - LED (Ultra-Violet Light Emitting Diode) 等の紫外線を発する光源により形成されている。尚、UV - LED は小型で消費電力も低く制御しやすいため好ましい。また、光源 2 0 a 等に、蛍光の波長と同じ波長の光を含んだ光を発する水銀ランプ等を用いる場合には、蛍光の波長領域、即ち、可視光の波長領域の光をカットするためのフィルタを設置する。

50

【 0 0 1 5 】

光照射制御部 3 0 は、光照射部 2 0 の光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における光の照射強度が、各々所定の照射強度となるように制御することができる。尚、光照射制御部 3 0 は、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g の照射強度を各々独立して制御することができる。

【 0 0 1 6 】

本実施の形態においては、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g から、光硬化樹脂を硬化させる光である紫外線が部品 1 0 に照射されるが、これにより、光硬化樹脂においては蛍光が発生する。この蛍光は、撮像部 4 0 における撮像素子 4 1 において検出され、撮像部 4 0 において、蛍光の二次元画像を得ることができる。尚、撮像部 4 0 には、ダイクロイックミラー 4 2 及びレンズ 4 3 が設けられており、前述したように、撮像部 4 0 には光源 2 0 g が設置されている。

10

【 0 0 1 7 】

ダイクロイックミラー 4 2 は、紫外線を照射することにより発生した光硬化樹脂からの蛍光は透過し、光源 2 0 g より出射された光は反射するように形成されている。従って、部品 1 0 における光硬化樹脂からの蛍光は、ダイクロイックミラー 4 2 を透過し、レンズ 4 3 を介して、撮像素子 4 1 に入射する。これにより、撮像素子 4 1 において、部品 1 0 における光硬化樹脂からの蛍光を検出することができるため、撮像部 4 0 において、蛍光の二次元画像を得ることができる。

【 0 0 1 8 】

尚、光硬化樹脂は、光照射による硬化が進行することにより、光硬化樹脂の硬度が高くなり、紫外線を照射した際に発生する蛍光の波長が長波長側にシフトする。従って、光硬化樹脂からの蛍光の波長と、その波長の蛍光が寄せられた領域を検出することにより、後述する二次元硬化画像検出部 5 2 において、光硬化樹脂の硬化の状態を領域ごとに検出することができる。即ち、光硬化樹脂からの蛍光の分布を示す二次元画像においては、光硬化樹脂からの蛍光が長波長になるに伴い、光硬化樹脂の硬度が硬くなるように表示されるため、これにより、光硬化樹脂の硬化の状態を示す二次元硬化画像を得ることができる。

20

【 0 0 1 9 】

制御部 5 0 は、第 1 の照射強度設定部 5 1、二次元硬化画像検出部 5 2、硬化ズレ検出部 5 3、第 2 の照射強度設定部 5 4、記憶部 5 5、演算部 5 6 等を有している。

30

【 0 0 2 0 】

第 1 の照射強度設定部 5 1 は、部品 1 0 における光硬化樹脂の存在している領域を特定する。また、第 1 の照射強度設定部 5 1 は、特定された光硬化樹脂の存在している領域と照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f との位置関係より、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度の設定を行う。尚、本実施の形態においては、制御部 5 0 には、部品 1 0 の形状データが入力されており、入力された部品 1 0 の形状データに基づき、第 1 の照射強度設定部 5 1 において、光硬化樹脂が形成されている領域を特定することができる。

【 0 0 2 1 】

二次元硬化画像検出部 5 2 は、撮像部 4 0 において撮像された画像に基づき、光硬化樹脂の硬化の状態の分布を示す二次元硬化画像を検出する。具体的には、上述したように、光硬化樹脂は、紫外線の照射による硬化が進行することにより、紫外線を照射した場合に発生する蛍光の波長が長波長側にシフトする。従って、撮像部 4 0 において撮像された光硬化樹脂からの蛍光の波長とその波長の蛍光が寄せられた領域の二次元画像に基づき、光硬化樹脂の硬化の状態や硬化している領域が示される二次元硬化画像となる硬化マップを得ることができる。尚、二次元硬化画像は、蛍光が寄せられた領域の二次元画像を加工することにより得られるものであってもよく、蛍光の発光色に対応した色彩の二次元画像であってよい。

40

【 0 0 2 2 】

硬化ズレ検出部 5 3 は、光照射部 2 0 より部品 1 0 に光が照射された際に予想される光

50

硬化材料の硬化の状態と、二次元硬化画像検出部 5 2 において得られた光硬化樹脂の硬化の状態や硬化している領域との比較を行う。これにより、予想よりも光硬化樹脂の硬化が遅れている領域と、その領域における硬化の遅れの程度等を検出する。また、硬化ズレ検出部 5 3 は、二次元硬化画像における光硬化樹脂の硬化の状態や硬化している領域を相対的に比較することにより、光硬化樹脂の硬化の遅れている領域や硬化の遅れている領域における遅れの程度等を検出してもよい。

【 0 0 2 3 】

第 2 の照射強度設定部 5 4 は、硬化ズレ検出部 5 3 において得られた光硬化樹脂の硬化が遅れている領域と、その領域における硬化の遅れの程度に基づき、照射強度を高める光源を特定し、特定された光源の照射強度を新たに設定する。具体的には、光硬化樹脂の硬化が遅れている領域が、光の照射領域に含まれる光源を特定し、この領域における硬化の遅れの程度に基づき、硬化の遅れを解消することができるように、対応する光源の照射強度を設定する。尚、本実施の形態における説明では、硬化ズレ検出部 5 3 と第 2 の照射強度設定部 5 4 とに分けて説明しているが、第 2 の照射強度設定部 5 4 は、硬化ズレ検出部 5 3 を含むものであってもよい。

【 0 0 2 4 】

記憶部 5 5 は、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における光の照射強度、光の照射強度の積算量である積算照射量等を記憶する。演算部 5 6 は、本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法において、様々な算術演算等を行う。

【 0 0 2 5 】

(光硬化樹脂の硬化方法)

次に、本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法について、図 5 に基づき説明する。本実施の形態では、図 6 に示されるように、光が照射される部品 1 0 が、シリコン基板 1 1 に光学素子 1 2 を光硬化樹脂 1 3 により形成された接着剤により接合されるものである場合について説明する。尚、部品 1 0 において、光硬化樹脂 1 3 により形成された接着剤により接合される光学素子 1 2 は、フォトダイオードや半導体等の受発光素子の他、レンズや光ファイバ等の光学部品であってもよい。

【 0 0 2 6 】

最初に、ステップ 1 0 2 (S 1 0 2) において、第 1 の照射強度設定部 5 1 により、部品 1 0 における光硬化樹脂 1 3 が形成される領域を特定する。具体的には、制御部 5 0 に入力された部品 1 0 の形状データより、第 1 の照射強度設定部 5 1 において、部品 1 0 における光硬化樹脂 1 3 が供給されている領域、即ち、光硬化樹脂 1 3 が存在している領域を特定する。

【 0 0 2 7 】

次に、ステップ 1 0 4 (S 1 0 4) において、第 1 の照射強度設定部 5 1 により、照射部 2 0 の光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における光の照射強度の初期設定を行う。具体的には、図 7 に示すように、部品 1 0 における光硬化樹脂 1 3 が存在している領域と照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f、2 1 g との位置関係及び照射領域における光量分布に基づき、光源における照射強度の初期設定を行う。このようにして、例えば、図 8 に示されるように、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度が算出され、光源における照射強度の初期設定がなされる。

【 0 0 2 8 】

具体的には、図 7 に示す場合においては、光硬化樹脂 1 3 は、照射領域 2 1 c、2 1 f では、照射領域の中央部に存在しており、照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 d、2 1 e、2 1 g では、照射領域の中央から離れた位置に存在している。前述したように、照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f、2 1 g は、図 4 に示されるように、照射領域の中央部の光強度が最も強く、中央部から離れるに伴い光強度は減少する。

【 0 0 2 9 】

このため、照射領域において、同じ照射強度で光が照射されても、照射領域 2 1 c、2

10

20

30

40

50

1 f における光硬化樹脂 1 3 には、強い光強度の光が照射され、照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 d、2 1 e、2 1 g における光硬化樹脂 1 3 には、弱い光強度の光が照射される。これにより、照射領域 2 1 c、2 1 f において光が照射された領域における光硬化樹脂 1 3 と、照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 d、2 1 e、2 1 g において光が照射された領域における光硬化樹脂 1 3 との間で、硬化の進行状況に差が生じ、硬化ムラが生じる。

【0030】

従って、図 8 に示すように、光源 2 0 c、2 0 f における光の照射強度よりも、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 d、2 0 e、2 0 g における光の照射強度が高くなるように設定する。これにより、光硬化樹脂 1 3 の全体において照射される光の光強度を略均一にすることができ、光硬化樹脂 1 3 における硬化の進行を略均一になるようにすることができる。

10

【0031】

このようにして、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度は、照射領域 2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f、2 1 g と、光硬化樹脂 1 3 との位置関係に基づき初期設定される。即ち、第 1 の照射強度設定部 5 1 において、照射領域の中央部に光硬化樹脂 1 3 が存在している場合には、光源における照射強度は相対的に低く設定され、周辺部に光硬化樹脂 1 3 が存在している場合には、光源における照射強度は相対的に高く設定される。

【0032】

このように設定された光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度の情報は、第 1 の照射強度設定部 5 1 より光照射制御部 3 0 に送信される。

20

【0033】

次に、ステップ 1 0 6 (S 1 0 6) において、光照射部 2 0 における光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g より、各々所定の照射強度の光が部品 1 0 に照射される。具体的には、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g より、第 1 の照射強度設定部 5 1 より光照射制御部 3 0 に送信された照射強度で、光が照射される。

【0034】

次に、ステップ 1 0 8 (S 1 0 8) において、部品 1 0 の光硬化樹脂 1 3 における硬化状態を示す二次元硬化画像の検出を行う。具体的には、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g より部品 1 0 に光を照射することにより、部品 1 0 の光硬化樹脂 1 3 は硬化を開始する。この際、照射された光である紫外線により、光硬化樹脂 1 3 において蛍光が発生する。このように、光硬化樹脂 1 3 において発生した蛍光を撮像部 4 0 において撮像することにより、光硬化樹脂 1 3 における蛍光の二次元画像を撮像することができる。撮像部 4 0 において撮像された二次元画像は、制御部 5 0 における二次元硬化画像検出部 5 2 に送信される。

30

【0035】

二次元硬化画像検出部 5 2 では、撮像部 4 0 において撮像された二次元画像における蛍光の分布に基づき、光硬化樹脂 1 3 の硬化の進行状況を示す二次元硬化画像を検出することができる。即ち、前述したように、光硬化樹脂 1 3 では、硬化が進行すると蛍光の波長が長波長側にシフトするため、撮像部 4 0 において撮像された二次元画像における蛍光の分布に基づき、光硬化樹脂 1 3 の硬化の進行状況を示す二次元硬化画像を得ることができる。

40

【0036】

次に、ステップ 1 1 0 (S 1 1 0) において、制御部 5 0 で、光硬化樹脂 1 3 がすべて硬化したか否かが判断される。具体的には、ステップ 1 0 8 において検出された光硬化樹脂 1 3 の硬化の進行状況を示す二次元硬化画像より、光硬化樹脂 1 3 がすべて硬化したか否かが判断される。光硬化樹脂 1 3 がすべて硬化したものと判断された場合には、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における光の照射が停止し、本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法は終了する。また、光硬化樹脂 1 3 の一部が硬

50

化していないものと判断された場合には、ステップ 1 1 2 に移行する。

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ 1 1 2 (S 1 1 2) において、光硬化樹脂 1 3 における硬化ズレに基づき各々の光源における照射強度の再設定が行われる。具体的には、最初に、硬化ズレ検出部 5 3 において、二次元硬化画像検出部 5 2 において検出された二次元硬化画像より、硬化ズレを検出する。硬化ズレの検出は、二次元硬化画像検出部 5 2 において検出された二次元硬化画像と、今まで光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g より照射された積算照射量から予想される硬化状態とを対比することにより行ってもよい。

【 0 0 3 8 】

二次元硬化画像検出部 5 2 において検出された二次元硬化画像は、図 9 に示されるように、光硬化樹脂 1 3 における硬化の進行状況を示すものであり、例えば、硬化の進行が進んでいる領域は濃く、硬化の進行が遅れている領域は淡く示される。図 9 に示される場合には、光硬化樹脂 1 3 において、領域 1 3 a では硬化の進行が進んでおり、領域 1 3 b では硬化の進行が遅れている。光硬化樹脂 1 3 における硬化の進行状況は、光硬化樹脂 1 3 における硬度と対応している。

【 0 0 3 9 】

一般的に、光硬化樹脂の硬度と、照射される光の積算照射量 Q との関係は、図 1 0 に示されるような積算照射量と硬度の硬化曲線の関係にある。尚、積算照射量 Q は、時間 t_{i-1} から t_i までにおける照射強度 P_i とした場合、 $Q = \sum P_i \times (t_i - t_{i-1})$ により表わすことができる。よって、二次元硬化画像検出部 5 2 において検出された二次元硬化画像における光硬化樹脂 1 3 の硬度の分布より、光硬化樹脂 1 3 の硬化の進行状況を把握することができる。従って、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g の各々において、あとどれだけの積算照射量の光を照射すればよいか、二次元硬化画像と積算照射量と硬度の硬化曲線より算出することができる。この硬化に必要とされる積算照射量の算出は、第 2 の照射強度設定部 5 4 において行ってもよい。

【 0 0 4 0 】

このように算出された硬化に必要とされる積算照射量に基づき、第 2 の照射強度設定部 5 4 において、光源における各々の光の照射強度の再設定を行う。具体的には、硬化に必要とされる積算照射量に基づき、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g より照射される光の照射強度を算出し、算出された光の照射強度を新たな光の照射強度として設定する。例えば、図 1 1 に示すように、光硬化樹脂 1 3 において硬化の進行が進んでいる領域 1 3 a を照射する光源 2 0 a、2 0 b においては、照射強度を現状よりも低く設定する。また、硬化の進行が遅れている領域 1 3 b を照射する光源 2 0 d、2 0 e においては、照射強度を現状よりも高く設定する。このようにして、光硬化樹脂 1 3 における硬化の進行状況が、できるだけ均一となるように、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度の再設定を行う。

【 0 0 4 1 】

このように再設定された光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度の情報は、第 2 の照射強度設定部 5 4 より光照射制御部 3 0 に送信される。これにより、光照射制御部 3 0 における制御により、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g より、再設定された照射強度の光が部品 1 0 に照射される。

【 0 0 4 2 】

尚、第 2 の照射強度設定部 5 4 において再設定された光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度の情報は、記憶部 5 5 に記憶される。この後、ステップ 1 0 8 に移行する。

【 0 0 4 3 】

以上により、本実施の形態における光硬化樹脂の硬化方法により、光硬化樹脂を硬化させることができる。本実施の形態においては、短時間で、光硬化樹脂を均一に硬化させる

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 4 4 】

尚、記憶部 5 5 では、光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における照射強度の情報が記憶される。演算部 5 6 では、記憶部 5 5 に記憶されている情報に基づき、実際に必要とされる光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における積算照射量を算出し、更に、算出された積算照射量より照射される光の照射強度を算出することができる。記憶部 5 5 には、このように算出された実際に必要とされる光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g における積算照射量及び照射強度を記憶させることができる。記憶部 5 5 に記憶された各々の照射強度は、次に部品 1 0 と同じ形状の部品に光を照射する際の光源からの照射強度として用いることができ、これにより、光硬化樹脂 1 3 をより一層、均一に硬化させることができる。

10

【 0 0 4 5 】

次に、第 2 の照射強度設定部 5 4 における光の照射強度の再設定、即ち、ステップ 1 1 2 における光の照射強度の再設定の方法について、より詳細に説明する。

【 0 0 4 6 】

例えば、積算照射量と硬度の硬化曲線より、照射強度が一定である場合には、図 1 0 より、図 1 2 (a) において実線で示される時間と硬度の硬化曲線を得ることができる。図 1 2 (a) において実線で示される硬化曲線は、所定の照射強度で光を照射した場合の予想とされる時間と硬度の硬化曲線である。ここで、図 1 2 (a) において破線で示されるように、光を照射開始後時間 t_1 経過した際に検出された光硬化樹脂の硬度が K_1 であり、この硬度 K_1 が予想とされる時間と硬度の硬化曲線における硬度よりも低かった場合について考える。尚、 t_0 は光照射の開始時間、 t_m は目標とする硬化時間、即ち、目標硬化時間とする。

20

【 0 0 4 7 】

この場合、図 1 2 (b) に示される積算照射量と硬度の硬化曲線より、硬度 K_1 に対応する積算照射量 Q_1 を算出し、目標積算照射量 Q_m と積算照射量 Q_1 との差より、この後に照射される積算照射量 $(Q_m - Q_1)$ を算出する。次に、このように算出されたこの後に照射される積算照射量 $(Q_m - Q_1)$ を時間 $(t_m - t_1)$ により除した値を算出する。また、現状の硬度に基づいた照射されたと推察される光の照射強度は、図 1 2 (b) に示される積算照射量と硬度の硬化曲線における光の積算照射量 Q_1 と時間 t_1 より、 Q_1 / t_1 となる。

30

【 0 0 4 8 】

これにより、現在の照射強度 P_1 に、 $(Q_m - Q_1) / (t_m - t_1)$ を乗じ、 Q_1 / t_1 により除することにより、新たに設定される照射強度 P_2 を算出することができる。即ち、新たに設定される照射強度 P_2 は、下記 (1) に示される式より算出することができる。

$$P_2 = [\{ (Q_m - Q_1) \times t_1 \} / \{ Q_1 \times (t_m - t_1) \}] \times P_1 \cdots \cdots (1)$$

40

このようにして、再設定された照射強度の光を照射した場合における時間と硬度との関係を図 1 3 (a) に示す。尚、図 1 3 (b) に示されるものは、積算照射量と硬度の硬化曲線であり、図 1 2 (b) と同じものである。

【 0 0 4 9 】

本実施の形態においては、このようにして、光の照射強度の再設定を繰り返し行うことにより、目標硬化時間 t_m に、光硬化樹脂 1 3 をすべて均一に硬化させることができる。従って、光硬化樹脂 1 3 における硬化ムラに起因した硬化収縮による位置ズレ等を防ぐことができる。これにより、光硬化樹脂 1 3 を用いて製造される部品を短時間で製造することができ、また、信頼性を向上させることができ、歩留りを向上させることができる。尚、本実施の形態においては、光硬化樹脂の硬度と光硬化樹脂からの蛍光の波長との関係に

50

基づく場合について説明したが、本実施の形態は、この関係に限定されるものではない。

【 0 0 5 0 】

以上、実施の形態について詳述したが、特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 5 1 】

上記の説明に関し、更に以下の付記を開示する。

(付 記 1)

光を照射することにより硬化する樹脂に、複数の光源より光を照射する光照射工程と、前記光の照射することにより前記樹脂より発生した蛍光の分布を撮像し、前記撮像された蛍光の分布に基づき前記樹脂の硬化の状態の分布を示す硬化画像を検出する硬化画像工程と、

10

前記硬化画像に基づき、前記複数の光源における各々の照射強度を設定する照射強度設定工程と、

を有することを特徴とする光硬化樹脂の硬化方法。

(付 記 2)

前記光は、紫外線を含む光であることを特徴とする付記 1 に記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付 記 3)

前記硬化画像は、二次元硬化画像であることを特徴とする付記 1 または 2 に記載の光硬化樹脂の硬化方法。

20

(付 記 4)

前記樹脂の硬化の状態は、前記樹脂からの蛍光の波長に対応して得られるものであることを特徴とする付記 1 から 3 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付 記 5)

前記樹脂の硬化の状態の分布は、前記樹脂からの蛍光が長波長になるに伴い、前記樹脂の硬度が高くなるように表示されていることを特徴とする付記 1 から 4 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付 記 6)

前記照射強度設定工程は、前記光源により形成される照射領域において、前記樹脂の硬化が遅れている場合には、前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする付記 1 から 5 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

30

(付 記 7)

前記樹脂の硬化の遅れは、前記樹脂の時間と硬度との関係を示す硬化曲線に基づき判断されることを特徴とする付記 1 から 6 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付 記 8)

前記照射強度設定工程は、第 2 の照射強度設定工程であって、

前記光照射工程の前に、前記樹脂の存在している領域を特定する樹脂領域特定工程と、特定された前記樹脂の領域に対応して、前記複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定工程と、

を有することを特徴とする付記 1 から 7 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

40

(付 記 9)

前記第 1 の照射強度設定工程は、前記光源により形成される照射領域の中心部に前記樹脂が存在している場合には前記光源における照射強度を低く設定し、前記照射領域の周辺部に前記樹脂が存在している場合には前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする付記 8 に記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付 記 1 0)

光を照射することにより硬化する樹脂が存在している領域を特定する樹脂領域特定工程と、

特定された前記樹脂の領域に対応して、前記光を照射する複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定工程と、

50

前記樹脂に、前記複数の光源より光を照射する光照射工程と、
を有することを特徴とする光硬化樹脂の硬化方法。

(付記 1 1)

前記第 1 の照射強度設定工程は、前記光源により形成される照射領域の中心部に前記樹脂が存在している場合には前記光源における照射強度を低く設定し、前記照射領域の周辺部に前記樹脂が存在している場合には前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする付記 1 0 に記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付記 1 2)

前記樹脂は、接着剤であることを特徴とする付記 1 から 1 1 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

10

(付記 1 3)

前記樹脂により接着されるものは、光学素子であることを特徴とする付記 1 から 1 2 のいずれかに記載の光硬化樹脂の硬化方法。

(付記 1 4)

光を照射することにより硬化する樹脂に、光を照射する複数の光源と、

前記光源より照射された光により、前記樹脂において発生する蛍光の分布を撮像する撮像部と、

前記撮像部において撮像された蛍光の分布より、前記樹脂における硬化状態を示す硬化画像を検出する硬化画像検出部と、

前記硬化画像に基づき、前記光源の照射強度を設定する照射強度設定部と、

20

前記照射強度設定部において設定された照射強度の光を前記複数の光源より照射する制御を行う制御部と、

を有することを特徴とする光照射装置。

(付記 1 5)

前記光は、紫外線を含む光であることを特徴とする付記 1 4 に記載の光照射装置。

(付記 1 6)

前記硬化画像は、二次元硬化画像であることを特徴とする付記 1 4 または 1 5 に記載の光照射装置。

(付記 1 7)

前記硬化画像検出部は、前記樹脂からの蛍光の波長に対応して、前記樹脂の硬化の状態を示すことにより、硬化画像を得るものであることを特徴とする付記 1 4 から 1 6 のいずれかに記載の光照射装置。

30

(付記 1 8)

前記照射強度設定部は、前記光源により形成される照射領域において、前記樹脂の硬化が遅れている場合には、前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする付記 1 4 から 1 7 のいずれかに記載の光照射装置。

(付記 1 9)

前記照射強度設定部は、第 2 の照射強度設定部であって、

前記樹脂が存在している領域を特定し、特定された前記樹脂の領域に対応して、前記光を照射する複数の光源における各々の照射強度を設定する第 1 の照射強度設定部を有することを特徴とする付記 1 4 から 1 8 のいずれかに記載の光照射装置。

40

(付記 2 0)

第 1 の照射強度設定部では、前記光源により形成される照射領域の中心部に前記樹脂が存在している場合には前記光源における照射強度を低く設定し、前記照射領域の周辺部に前記樹脂が存在している場合には前記光源における照射強度を高く設定することを特徴とする付記 1 9 に記載の光照射装置。

【符号の説明】

【0 0 5 2】

1 0 部品

1 1 シリコン基板

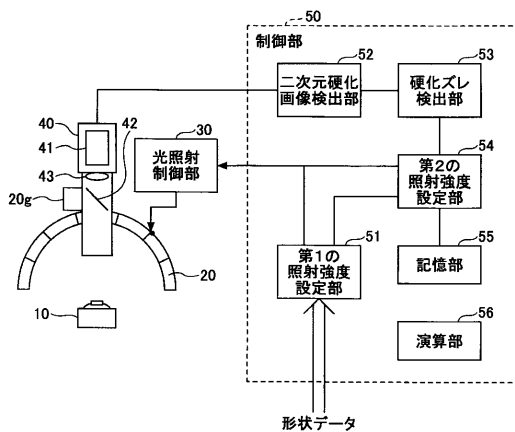
50

1 2	光学素子	
1 3	光硬化樹脂	
2 0	光照射部	
2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e、2 0 f、2 0 g	光源	
2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f、2 1 g	照射領域	
3 0	光照射制御部	
4 0	撮像部	
4 1	撮像素子	
4 2	ダイクロイックミラー	
4 3	レンズ	
5 0	制御部	
5 1	第1の照射強度設定部	
5 2	二次元硬化画像検出部	
5 3	硬化ズレ検出部	
5 4	第2の照射強度設定部	
5 5	記憶部	
5 6	演算部	

10

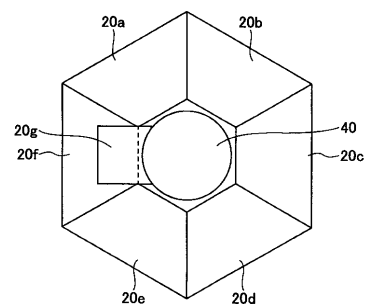
【図1】

本実施の形態における光照射装置の構造図



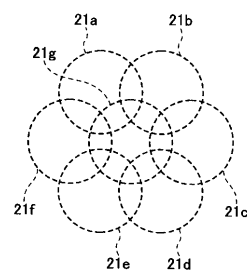
【図2】

光照射装置における光照射部の光源の説明図

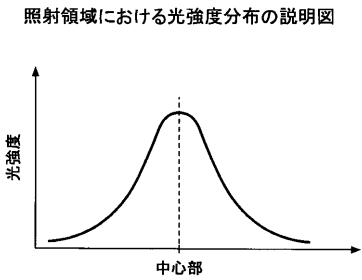


【図3】

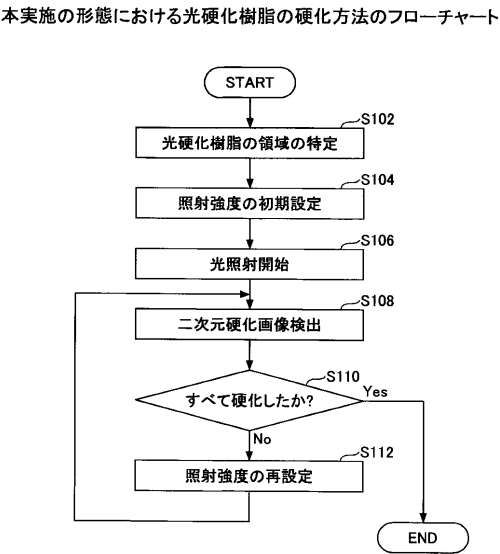
光照射部の光源より照射された光の照射領域の説明図



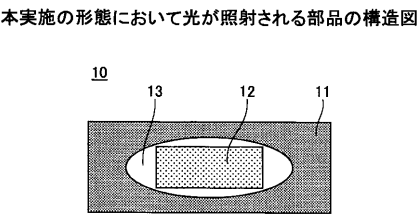
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

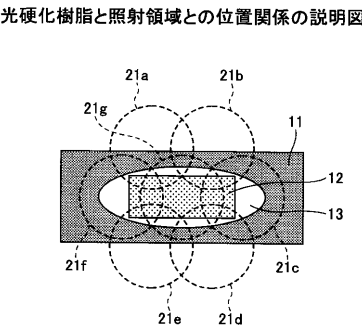


【 図 8 】

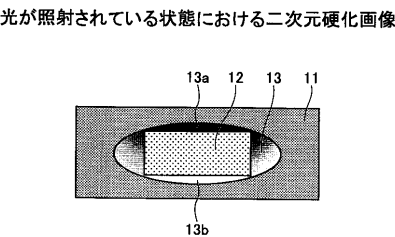
第1の照射強度設定部により設定された
光照射部の光源における照射強度の説明図

光源	照射強度
20a	60
20b	60
20c	40
20d	60
20e	60
20f	40
20g	60

【 図 7 】

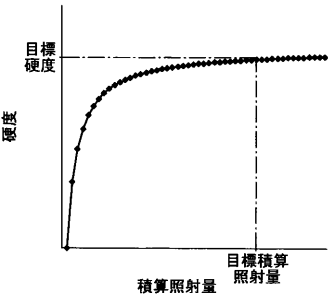


【 図 9 】



【 図 1 0 】

積算照射量と硬度との相関図(積算照射量と硬度の硬化曲線)



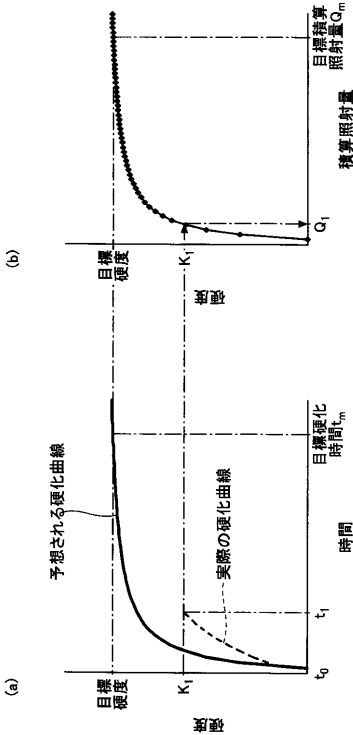
【 図 1 1 】

第2の照射強度設定部により設定された
光照射部の光源における照射強度の説明図

光源	照射強度
20a	20
20b	20
20c	40
20d	100
20e	100
20f	40
20g	60

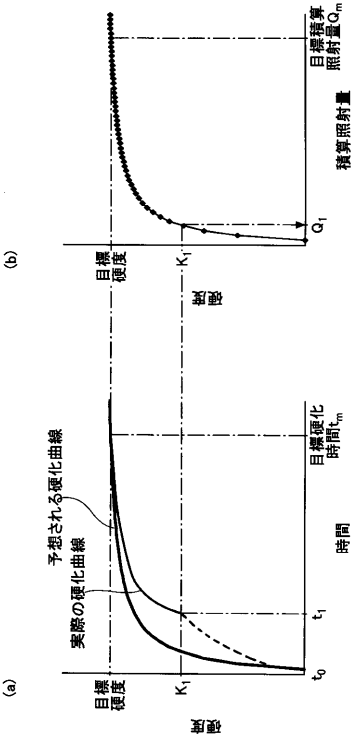
【 図 1 2 】

光照射部の光源における照射強度を設定する方法の説明図(1)



【 図 1 3 】

光照射部の光源における照射強度を設定する方法の説明図(2)



フロントページの続き

- (72)発明者 西山 陽二
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 穂刈 守
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 安部 貴之
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 岡田 英夫
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 丸山 和範
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 猪谷 宜彦
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

F ターム(参考) 2G043 AA03 BA14 CA03 CA05 EA01 FA01 FA03 GA06 GB01 GB28
HA01 HA02 KA03 LA03 NA01
4J011 UA01 UA09 VA05
5F142 GA31