

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50151/2018 (51) Int. Cl.: **G01B 11/12** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 16.02.2018 **G01B 21/14** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2020 **G01B 11/24** (2006.01)
G01N 21/954 (2006.01)

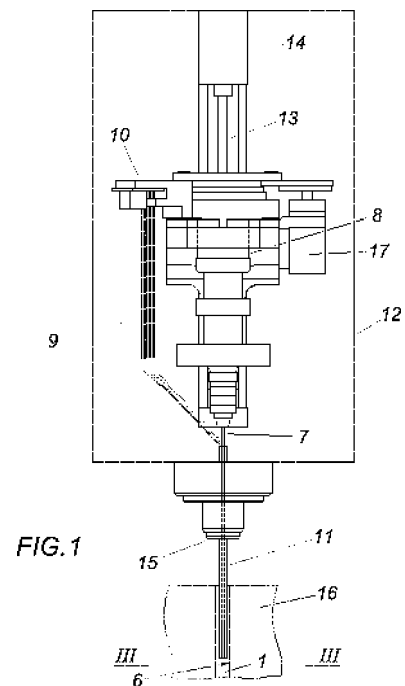
(56) Entgegenhaltungen:
DE 102015209455 A1
JP 2013170919 A
KR 20170029954 A

(73) Patentinhaber:
PROFACTOR GmbH
4407 Steyr-Gleink (AT)

(74) Vertreter:
Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH
4020 Linz (AT)

(54) Verfahren zur Gütebestimmung

(57) Es werden ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Gütebestimmung einer eine wenigstens teilweise spiegelnd reflektierende Oberfläche aufweisenden zylindrischen Ausnehmung (1), wobei eine Bilderfassungseinheit (2) gemeinsam mit einer Beleuchtungseinrichtung (3) in die Ausnehmung (1) eingeführt wird, Einzelbilder der Innenwand (6) der Ausnehmung (1) aufgenommen werden und wobei aus den aufgenommenen Einzelbildern ein Modell wenigstens eines Segmentes (5) der Innenwand (6) der Ausnehmung (1) erstellt wird, beschrieben. Damit qualitative Aussagen über die Festigkeit von Faserverbundbauteilen zuverlässig treffen zu können, wird vorgeschlagen, dass einzelne um die am distalen Ende eines in die zylindrische Ausnehmung (1) eingeführten Führungskanales (11) befindliche Bilderfassungseinheit (2) angeordneten Beleuchtungselemente (4) der Beleuchtungseinrichtung (3) wahlweise aktiviert werden und mehrere ein Segment (5) in unterschiedlichen Beleuchtungssituationen zeigende Einzelbilder aufgenommen werden, wonach aus unterschiedlichen Einzelbildern je eines Segmentes (5) ein die Farbe sowie die Oberflächenneigung umfassendes Modell dieses Segmentes (5) bestimmt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Gütebestimmung einer eine wenigstens teilweise spiegelnd reflektierende Oberfläche aufweisenden zylindrischen Ausnehmung, wobei eine Bilderfassungseinheit gemeinsam mit einer Beleuchtungseinrichtung in die Ausnehmung eingeführt wird, Einzelbilder der Innenwand der Ausnehmung aufgenommen werden und wobei aus den aufgenommenen Einzelbildern ein Modell wenigstens eines Segmentes der Innenwand der Ausnehmung erstellt wird.

[0002] Vor allem in der Luftfahrtindustrie werden kohlefaserverstärkte Kunststoffe (CFK) aufgrund ihrer hohen spezifischen Festigkeit und den guten mechanischen Eigenschaften als Strukturbauteile eingesetzt. Um einzelne CFK-Bauteile zusammenzufügen, wird dabei bevorzugt auf Nietverbindungen zurückgegriffen, da die Nieten bündig mit der Außenhaut des Flugzeugs abschließen und somit strömungsungünstige Luftverwirbelungen vermieden werden können. Zur Herstellung einer Nietverbindung müssen die zu fügenden Bauteile zumindest partiell durchbohrt werden, wodurch die betroffenen Bauteile eine lokale Schädigung erfahren. Dies ist bei CFK-Bauteilen insofern kritisch, da diese im Gegensatz zu beispielsweise metallischen Bauteilen keine homogenen bzw. isotropen Materialeigenschaften aufweisen, weshalb aufgrund der vielschichtigen Wechselwirkungen zwischen Matrix, Fasern und Faser-/Matrix-Grenzschichten komplexe Schädigungsmechanismen durch die Bohrungen induziert werden können. Bedingt durch die stoffliche Zusammensetzung von CFK-Bauteilen können die daran vorgenommenen Bohrungen einerseits Farbänderungen an der Bohrlochoberfläche zufolge der Hitzeentwicklung hervorrufen und andererseits besteht insbesondere durch stumpfe Bohrwerkzeuge die Gefahr, dass Material bzw. Fasern aus dem Bohrloch herausgerissen werden. Ebenso können durch die Bohrungen verursachte Delaminationen im CFK-Bauteil auftreten.

[0003] Vor diesem Hintergrund ist es aus sicherheitsrelevanten Gründen von Interesse, die Oberflächenqualität von Bohrungsinnenflächen zuverlässig bewerten zu können. Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, optische Kanäle in Bohrlocher einzuführen, wobei ein Lichtstrahl emittiert, von der Bohrungsinnenwand reflektiert und über die optischen Kanäle wieder empfangen wird, sodass über die gemessene Strahlungsintensität Rückschlüsse auf die Oberflächenbeschaffenheit gemacht werden können (US 20030063291 A1). Da CFK-Bauteile allerdings eine sowohl schwarze als auch spiegelnd reflektierende Oberfläche aufweisen, was unerwünschte Lichtabsorptionen, schlechte Oberflächenkontraste und gleichzeitig unerwünschte Reflexionen mit sich bringt, sind derartige Verfahren in diesem Zusammenhang kaum sinnvoll einsetzbar.

[0004] Es sind auch Vorrichtungen und Verfahren zur optischen Erfassung von Innenwandungen, insbesondere von Zylinderbohrungen in Verbrennungsmotoren bekannt (DE 102015209455 A1), wobei einer axial zur Bohrung verfahrbaren Bilderfassungseinheit eine Beleuchtungseinrichtung mit wenigstens zwei verschiedenen Beleuchtungsverteilungseinstellungen zur exakten Abbildung von Oberflächenstrukturen der Bohrungsinnenwand zugeordnet ist. Darüber hinaus existieren Vorrichtungen zur optischen Erfassung von Innenwandungen (DEJP 2013170919 A), insbesondere von Bohrungen, wobei die Vorrichtung als Lichtquelle ringförmig angeordnete LEDs aufweist, deren Lichtkegel über optische Kanäle ins Bohrloch geleitet werden. Ferner sind auch Vorrichtungen zur optischen Inspektion von Rohren bekannt (KR 1020170029954 A), wobei die entsprechenden Inspektionssonden eine Vielzahl an optischen Faserenden aufweisen.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gütebestimmung einer eine wenigstens teilweise spiegelnd reflektierenden sowie lichtabsorbierenden Oberfläche aufweisenden zylindrischen Ausnehmung so auszugestalten, dass zur Vermeidung von Bauteilversagen qualitative Aussagen über die Festigkeit insbesondere von nietverbundenen Faserverbundbauteilen zuverlässig getroffen werden können.

[0006] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass einzelne Beleuchtungselemente der Beleuchtungseinrichtung wahlweise aktiviert werden und mehrere ein Segment in unter-

schiedlichen Beleuchtungssituationen zeigende Einzelbilder aufgenommen werden, wonach aus unterschiedlichen Einzelbildern je eines Segmentes ein die Farbe sowie die Oberflächenneigung umfassendes Modell dieses Segmentes bestimmt wird.

[0007] Zuzolge der erfindungsgemäßen Merkmale kann die Oberflächenbeschaffenheit einzelner Segmente der Innenwand der zylindrischen Ausnehmung photooptisch erfasst und aufgenommen werden, wonach durch eine photogrammetrische Bildauswertung sowohl der Farbwert als auch die über die beiden Oberflächenrichtungen gebildete Oberflächenneigung des erfassten Segmentes, das beispielsweise durch einen Bildpunkt dargestellt werden kann, bestimmt werden können. Um die zur photogrammetrische Bildauswertung notwendigen Informationen der Innenwandoberfläche zu erhalten, muss daher das zu betrachtende Segment der Innenwand präzise ausgeleuchtet werden. Dies ist vor allem deshalb nötig, da die gegebenenfalls vorhandenen Oberflächendefekte und Farbveränderungen auf der schwarz glänzenden Innenwandoberfläche unter normalen Lichtverhältnissen optisch nur schwer zu erfassen sind, zumal die Konturen der Defekte kaum zu erkennen sind. Durch die Schaffung unterschiedlicher Beleuchtungssituationen wird daher sichergestellt, dass auch bei den optisch schwierig zu erfassenden CFK-Oberflächen die zur photogrammetrischen Auswertung notwendigen Oberflächennormalen der beleuchteten Innenwandsegmente richtig bestimmt werden können, zumal sich erfindungsgemäß je nach Beleuchtungssituation ein unterschiedliches Rückstrahlungsverhalten an der Oberfläche ergibt, wodurch auf eine eindeutige Lösung des Oberflächennormalvektors rückgerechnet werden kann. Ebenso können durch die unterschiedlichen Beleuchtungssituationen etwaige, durch die Hitzeentwicklung während des Bearbeitungsvorganges verursachte Farbveränderungen an der Innenwandoberfläche optisch besser erfasst werden. Aus den Informationen der photogrammetrischen Bildauswertung wird ein Modell des erfassten Segmentes bestimmt, welches in weiterer Folge unter Berücksichtigung der Auswirkung der Oberflächenqualität der zylindrischen Ausnehmung auf die Nietverbindungsfestigkeit zur Einteilung in Fehlerklassen bzw. zur Erstellung einer Qualitätsbewertung herangezogen wird. Dabei spielt vor allem die Größe der Oberflächendefekte eine wesentliche Rolle. Somit wird durch das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet, dass insbesondere bei nietverbundenen CFK-Bauteilen über die Oberflächenqualität der Innenwände der zylindrischen Ausnehmungen Rückschlüsse auf die Nietverbindungsfestigkeit und folglich auf die Bauteilsicherheit gemacht werden können.

[0008] Da Defekte und Farbveränderungen der Innenwandoberfläche nicht auf einzelne Teilsegmente beschränkt sind, kann es zweckmäßig sein, die gesamte Oberflächenstruktur der Innenwand einer zylindrischen Ausnehmung besser visualisierbar zu machen. Aus diesem Grund können die aus unterschiedlichen Einzelbildern je eines Segmentes bestimmten Modelle zu einem Gesamtmodell der Innenwand der zylindrischen Ausnehmung zusammengesetzt werden. Demnach kann die 3D-Oberfläche der Innenwand über die einzelnen Teilmodelle rekonstruiert und zu einem entzerrten topographischen Gesamtmodell zusammengesetzt werden, dass zudem sämtliche Farb- sowie Oberflächenneigungsinformationen einzelner Segmente beinhaltet.

[0009] Um die optische Bilderfassung von Defekten und Farbveränderungen an der schwarzen, spiegelnd reflektierenden Oberfläche der Innenwand weiter zu verbessern wird vorgeschlagen, dass die Einzelbilder jeweils einer aus wenigstens zwei unterschiedliche Belichtungen aufweisenden Aufnahmen bestehenden Belichtungsreihe erzeugt werden. Dabei können pro Beleuchtungssituation ähnlich wie bei einem Bracketing-Verfahren mehrere Bilder des zu erfassenden Segmentes mit unterschiedlichen Belichtungszeiten, unterschiedlichem Blendenwert oder unterschiedlicher Belichtungsstärke der Beleuchtungselemente aufgenommen werden. Aus den Aufnahmen der Belichtungsreihe kann dann ein Gesamtbild des aufgenommenen Segmentes in der jeweiligen Beleuchtungssituation erzeugt werden, das über einen wesentlich höheren Dynamikumfang verfügt, als dies nur bei einer fest vorgegebenen Einzelbelichtung der Fall wäre. Dementsprechend können dadurch gerade bei den kontrastarmen und glänzenden Oberflächen von CFK-Bauteilen photogrammetrisch besser verwertbare Bilder erzeugt werden, wodurch sowohl Farbveränderungen als auch Oberflächendefekte besser erfasst werden können.

[0010] Um trotz der beispielsweise bei Nietverbindungen von Luftfahrtstrukturbauteilen auftre-

tenden, relativ kleinen Bohrlochdurchmesser dennoch die einzelnen Innenwandsegmente des Loches bzw. der zylindrischen Ausnehmung präzise beleuchten und photooptisch erfassen zu können, wird eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen. Die Vorrichtung umfasst dabei eine Bilderfassungseinheit und eine Beleuchtungseinrichtung, wobei die Bilderfassungseinheit über einen Bildübertragungskanal mit einer Bildaufnahmeeinheit und die mehrere, um die Bilderfassungseinheit angeordnete Beleuchtungselemente umfassende Beleuchtungseinrichtung über getrennte, je einem Beleuchtungselement zugeordnete optische Kanäle mit wahlweise ansteuerbaren Lichtquellen verbunden sind und wobei der Bildübertragungskanal und die optischen Kanäle in einem gemeinsamen Führungskanal verlaufen. Die am distalen Ende des in die Bohrung eingeführten Führungskanals befindliche Bilderfassungseinheit kann im einfachsten Fall durch einen Bildsensor, oder aber auch durch ein Objektiv gebildet werden. Besonders günstige Beleuchtungs- und Bildaufnahmebedingungen ergeben sich dann, wenn die Beleuchtungselemente und die optischen Kanäle über Lichtwellenleiter gebildet werden, wodurch exakte Abstrahlrichtungen eingestellt werden können. Zudem können die Lichtwellenleiter platzsparend um die Bilderfassungseinheit angeordnet werden und mit dieser gemeinsam in einem Führungskanal verlaufen. Der Führungskanal kann dabei eine Eindringlanze ausbilden, die selbst bei kleinen Durchmessern der Bohrung in diese einführbar ist. Da zur Ausleuchtung der Bohrungsinnenwand bzw. zu dessen photooptischer Bilderfassung lediglich der erfindungsgemäß vorgeschlagene Führungskanal eingeführt werden muss, können die Bildaufnahmeeinheit sowie die Lichtquellen außerhalb des Bohrlochs in einem kompakten Trägergehäuse angeordnet werden. Mit der vorgeschlagenen Vorrichtung kann eine bestimmte Beleuchtungssituation geschaffen werden, indem eine einzelne ausgewählte Lichtquelle aktiviert, das Licht über den zugeordneten Lichtwellenleiter hin zum distalen Ende des Führungskanals geleitet und folglich das zu erfassende Segment der Innenwandoberfläche entsprechend beleuchtet wird, während die restlichen Lichtquellen ausgeschaltet bleiben. Um weitere Beleuchtungssituationen zu schaffen, kann demnach ein anderes Beleuchtungselement aktiviert werden oder ein einzelnes Beleuchtungselement beispielsweise über eine Rotation des Führungskanals um dessen Längsachse eine neue Abstrahlposition einnehmen. Es ist auch denkbar, mehrere Lichtquellen gleichzeitig zu aktivieren, sodass sich je nach Anzahl der zur Verfügung stehenden Lichtquellen bzw. Beleuchtungselemente eine Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten zur Schaffung von unterschiedlichen Beleuchtungssituationen ergeben können.

[0011] Um das der photogrammetrischen Bildauswertung zugrundeliegende Optimierungsproblem einfacher lösen zu können, bedarf es der Kenntnis von vorgegeben Startparametern. Aus diesem Grund kann gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Beleuchtungselemente ringförmig und mit gleichem tangentialen Abstand zueinander um die Bilderfassungseinheit angeordnet sind. Dadurch ist die Relativposition der einzelnen Beleuchtungselemente zur Bilderfassungseinheit konstruktiv vorgegeben, sodass die exakten Abstrahlrichtungen und Relativpositionen der jeweiligen Beleuchtungselemente als für die photogrammetrische Auswertung notwendige Berechnungsparameter bekannt sind. Da mehrere, wahlweise einzeln aktivierbare Beleuchtungselemente um die Bilderfassungseinheit angeordnet werden, kann zudem eine Beleuchtungs- bzw. Aufnahmesequenz effizienter durchgeführt werden, da der Führungskanal nicht mehr rotieren muss, um eine neue Beleuchtungssituation zu schaffen. Ebenso kann durch die vorgeschlagene Ausgestaltung der Beleuchtungseinrichtung auf konstruktiv günstige Weise sichergestellt werden, dass die jeweiligen Lichtstrahlen der einzelnen Beleuchtungselemente die Bilderfassungseinheit nicht direkt beleuchten, was gegebenenfalls zu Belichtungsfehlern führen würde, sondern die Bilderfassungseinheit nur die von der Innenwandoberfläche reflektierte Strahlung erfassen kann.

[0012] Damit die zur Erzeugung eines 3D-Topographiemodells der Innenwandoberfläche der zylindrischen Ausnehmung erforderlichen Aufnahmen über die gesamte Länge der Ausnehmung unter gleichen Aufnahmebedingungen erfasst werden können, kann der Führungskanal auf einer linear verlagerbaren Führungseinrichtung angeordnet sein. Zur Durchführung des Verfahrens kann die Vorrichtung beispielsweise über eine entsprechende Auflagefläche an der Bauteiloberfläche angesetzt werden, wonach der durch die Auflagefläche verlaufende und auf

der Führungseinrichtung angeordnete Führungskanal schrittweise oder kontinuierlich mittels eines Linearmotors in die zylindrische Ausnehmung eingeführt werden kann. Die Führungseinrichtung kann dabei auf einfache Weise durch einen Führungsschlitten gebildet werden. Zufolge dieser Merkmale können exakt vorgegebene Einführschrittweiten des Führungskanals eingestellt werden, wodurch aufgrund der gleichbleibenden Aufnahmebedingungen qualitativ bessere Einzelaufnahmen erzielt werden können.

[0013] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens muss sichergestellt werden, dass sowohl die jeweiligen Beleuchtungssituationen, die Bilderfassung, die Erstellung einer Belichtungsreihe, als auch die lineare Eindringbewegung des Führungskanals exakt aufeinander abgestimmt werden, um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen. Da die dafür nötigen Adjustierungen nur schwer manuell vorgenommen werden können, wird gemäß einer Ausführungsform der Vorrichtung vorgeschlagen, dass die Lichtquellen, die Führungseinrichtung und die Bildaufnahmeeinheit mit einer gemeinsamen zentralen Steuereinrichtung verbunden sind und von dieser gesteuert werden. Zudem werden dadurch auch weniger Einzelbauteile benötigt, was sowohl in geringeren Ausmaßen bzw. geringerem Gewicht sowie einer verbesserten Handhabung der Vorrichtung resultiert.

[0014] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

[0015] Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0016] Fig. 2 eine schematische Detailansicht der in Fig.1 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem größeren Maßstab und

[0017] Fig. 3 einen das distale Ende des in die zylindrische Ausnehmung eingeführten Führungskanals zeigenden Schnitt entlang der Linie III-III der Fig. 3 in einem größeren Maßstab.

[0018] Eine Vorrichtung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Gütebestimmung einer wenigstens teilweise spiegelnd reflektierende Oberfläche aufweisenden zylindrischen Ausnehmung 1 umfasst eine Bilderfassungseinheit 2 und eine Beleuchtungseinrichtung 3. Dabei weist die Beleuchtungseinrichtung 3 mehrere Beleuchtungselemente 4 auf, die wahlweise einzeln aktiviert werden können, wodurch unterschiedliche Beleuchtungssituationen innerhalb der Ausnehmung 1 geschaffen werden. Somit können mehrere Einzelbilder eines Segmentes 5 der Innenwand 6 der zylindrischen Ausnehmung 1 aufgenommen werden, die das jeweilige Segment 5 in unterschiedlichen Beleuchtungssituationen zeigen.

[0019] Die Bilderfassungseinheit 2 kann beispielsweise als Bildsensor bzw. als Objektiv mit einem Bildwinkel von bis zu 360° ausgebildet und zudem über einen Bildübertragungskanal 7 mit einer Bildaufnahmeeinheit 8 verbunden sein. Um die Bilderfassungseinheit 2 können mehrere Beleuchtungselemente 4 angeordnet sein, die über je einem Beleuchtungselement 4 zugeordnete optische Kanäle 9 mit wahlweise ansteuerbaren Lichtquellen 10 verbunden sind. Eine einfach handzuhabende konstruktive Ausgestaltung der Vorrichtung kann beispielsweise dann erreicht werden, wenn der Bildübertragungskanal 7 und die optischen Kanäle 9 in einem gemeinsamen, in die Ausnehmung 1 einführbaren Führungskanal 11 verlaufen, während sowohl die Bildaufnahmeeinheit 8 als auch die Lichtquellen 10 zur Gänze in einem handführbaren Trägergehäuse 12 angeordnet werden.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform können die Beleuchtungselemente 4 ringförmig und mit gleichem tangentialen Abstand zueinander um die Bilderfassungseinheit 2 angeordnet sein, wie dies in Fig. 3 gezeigt wird.

[0021] Der Führungskanal 11 kann überdies auf einer im Trägergehäuse 12 gelagerten und linear verlagerbaren Führungseinrichtung 13 angeordnet sein. Die Führungseinrichtung 13 kann beispielsweise als Führungsschiene ausgebildet sein. Demnach können die Translationsbewegungen des auf der Führungseinrichtung 13 angeordneten Führungskanals 11 mittels eines im Trägergehäuse 12 angeordneten und mit der Führungseinrichtung 13 verbundenen Linearmo-

tors 14 erfolgen.

[0022] Um das erfindungsgemäße Verfahren einfach durchführen zu können, kann die Vorrichtung über ein entsprechendes Auflageelement 15 an die Oberfläche des zu untersuchenden Bauteils 16 angesetzt werden, wonach der Führungskanal 11 in die Ausnehmung 1 eingeführt werden kann.

[0023] Die Bildaufnahmeeinheit 8, die Lichtquellen 10 und die Führungseinrichtung 13 können auch mit einer gemeinsamen, ebenfalls im Trägergehäuse 12 angeordneten Steuereinrichtung 17 verbunden sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gütebestimmung einer eine wenigstens teilweise spiegelnd reflektierende Oberfläche aufweisenden zylindrischen Ausnehmung (1), wobei eine Bilderfassungseinheit (2) gemeinsam mit einer Beleuchtungseinrichtung (3) in die Ausnehmung (1) eingeführt wird, Einzelbilder der Innenwand (6) der Ausnehmung (1) aufgenommen werden und wobei aus den aufgenommenen Einzelbildern ein Modell wenigstens eines Segmentes (5) der Innenwand (6) der Ausnehmung (1) erstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass einzelne um die am distalen Ende eines in die zylindrische Ausnehmung (1) eingeführten Führungskanales (11) befindliche Bilderfassungseinheit (2) angeordneten Beleuchtungselemente (4) der Beleuchtungseinrichtung (3) wahlweise aktiviert werden und mehrere ein Segment (5) in unterschiedlichen Beleuchtungssituationen zeigende Einzelbilder aufgenommen werden, wonach aus unterschiedlichen Einzelbildern je eines Segmentes (5) ein die Farbe sowie die Oberflächenneigung umfassendes Modell dieses Segmentes (5) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aus unterschiedlichen Einzelbildern je eines Segmentes (5) bestimmten Modelle zu einem Gesamtmodell der Innenwand (6) der zylindrischen Ausnehmung (1) zusammengesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einzelbilder jeweils aus einer aus wenigstens zwei unterschiedliche Belichtungen aufweisenden Aufnahmen bestehenden Belichtungsreihe erzeugt werden.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit einer Bilderfassungseinheit (2) und einer Beleuchtungseinrichtung (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilderfassungseinheit (2) über einen Bildübertragungskanal (7) mit einer Bildaufnahmeinheit (8) und die mehrere, um die am distalen Ende eines Führungskanales (11) befindliche Bilderfassungseinheit (2) angeordnete Beleuchtungselemente (4) umfassende Beleuchtungseinrichtung (3) über getrennte, je einem Beleuchtungselement (4) zugeordnete optische Kanäle (9) mit wahlweise ansteuerbaren Lichtquellen (10) verbunden sind, wobei der Bildübertragungskanal (7) und die optischen Kanäle (9) in dem gemeinsamen Führungskanal (11) verlaufen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungselemente (4) ringförmig und mit gleichem tangentialen Abstand zueinander um die Bilderfassungseinheit (2) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungskanal (11) auf einer linear verlagerbaren Führungseinrichtung (13) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bildaufnahmeinheit (8), die Lichtquellen (10) und die Führungseinrichtung (13) mit einer gemeinsamen Steuereinrichtung (17) verbunden sind.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

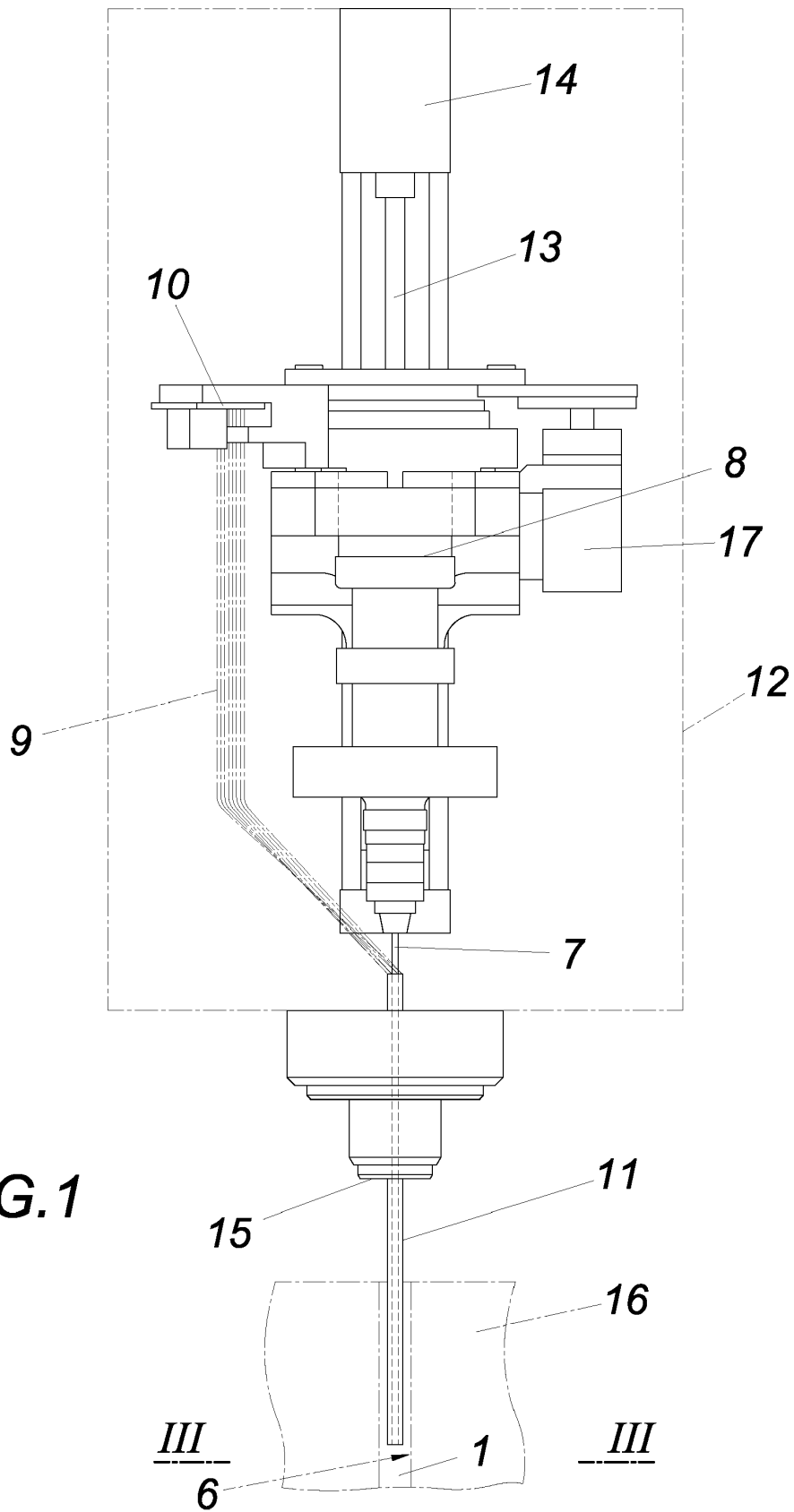


FIG.1

FIG.2

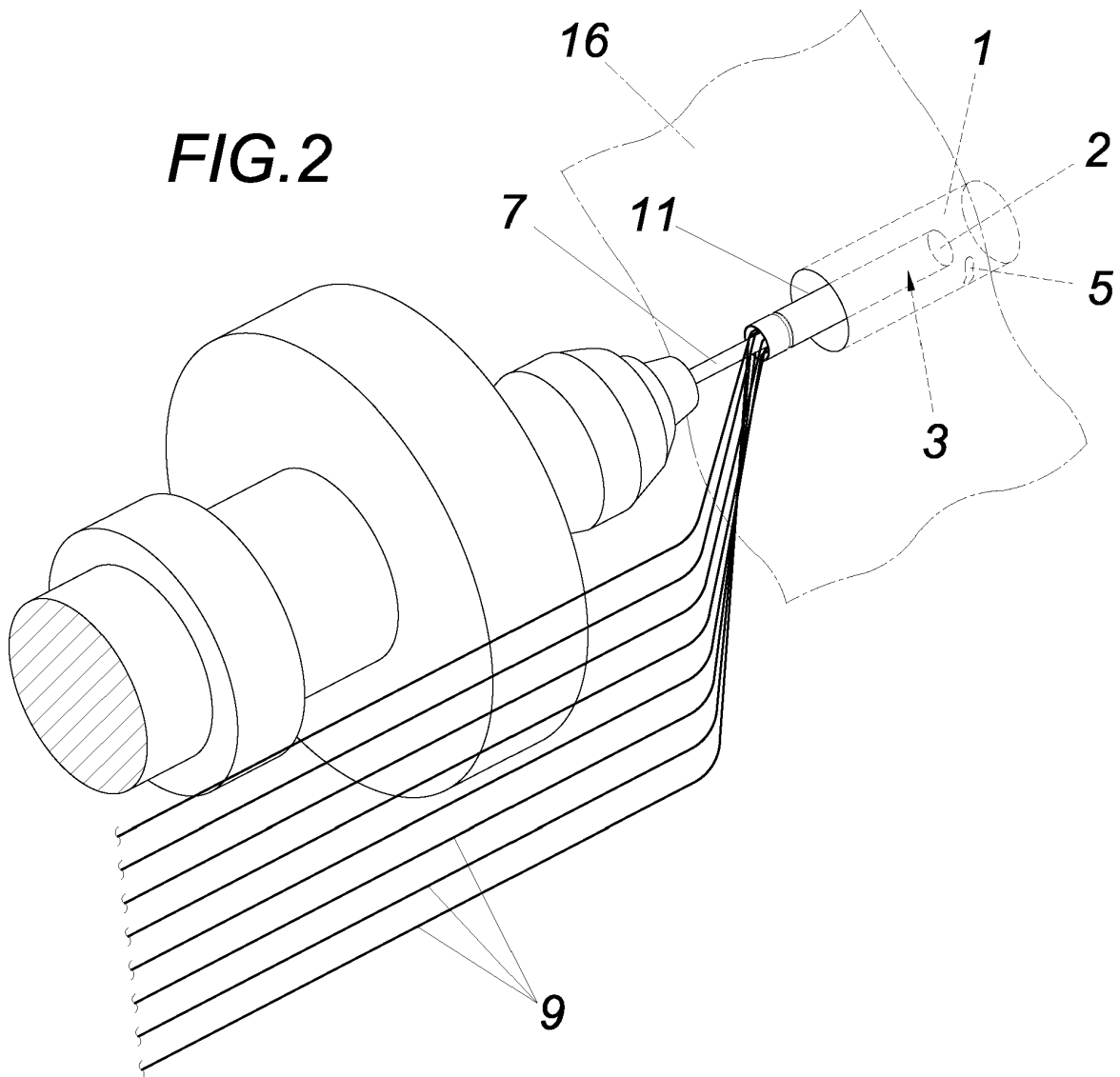


FIG.3

