



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 684 442 A5

⑤ Int. Cl.⁵: G 01 L 1/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 2584/91

⑦ Inhaber:
Schläpfer Messtechnik AG, Winterthur

㉒ Anmeldungsdatum: 04.09.1991

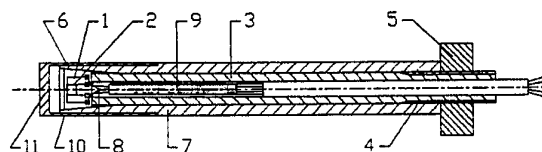
㉔ Patent erteilt: 15.09.1994

④ Patentschrift
veröffentlicht: 15.09.1994

⑦ Erfinder:
Schläpfer, Bruno, Hettlingen

⑤ **Aufnehmer zum Messen von Querdehnungen in Bohrungen in Strukturen.**

⑤ Aufnehmer zum Erfassen von radialen Dehnungen in Bohrungen. Die Dehnungen können in beliebiger Tiefe und radialer Richtung innerhalb der Bohrung erfasst werden. Das dehnungsempfindliche konische Element (1) wird mittels einer Spindel (4) und einer Mutter (5) in einen Aussenkonus (6) gezogen und so in der Bohrung in der gewünschten Messrichtung verspannt. Auf dem dehnungsempfindlichen Element ist ein kathodisch aufgestäubtes Widerstands-Messgitter (2) aufgebracht, welches die Dehnungsänderungen, verursacht durch die bei Beanspruchungen sich deformierende Bohrung, erfasst. In den Aufnehmer kann eine elektronische Verstärker-Schaltung integriert sein. Diese kann diskret eingegossen oder direkt auf das dehnungsempfindliche Element ebenfalls kathodisch aufgestäubt werden. Die Montagehilfe kann in den Sensor integriert werden. Der Aufnehmer ist mitsamt dem Konusenteil mittels einer dünnwandigen Hülse (10) vollständig eingekapselt und damit völlig dicht.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung beschreibt einen Aufnehmer mit kathodisch aufgedampftem Widerstands-Messgitter und integriertem Verstärker, welcher Dehnungen in Sackloch- und Durchgangsbohrungen in Strukturen in beliebiger Tiefe und radialer Richtung erfassen kann.

Moderne Anlagen und Maschinen benötigen in zunehmendem Masse Aufnehmer. Dies deshalb, weil diese heute in praktisch allen Fällen mit Mikroprozessoren gesteuert und geregelt werden. Die Mikroprozessoren benötigen eine Vielzahl von Daten und Parametern, um die an sie gestellten Aufgaben zu bewältigen. Die mechanische Beanspruchung ist dabei ein wichtiger Parameter.

Immer häufiger werden für Lastüberwachungsaufgaben indirekt messende Dehnungssensoren eingesetzt. Diese unterscheiden sich in Oberflächen- und Struktursensoren. Die ersteren sind auf der Oberfläche der zu messenden Struktur aufgebracht. Entsprechend anfällig sind sie auch auf Beschädigungen und Nullpunktverschiebungen wegen äusseren Einflüssen.

Diesbezüglich problemloser sind in Bohrungen eingespannte Struktursensoren, welche die Dehnungen – diese entsprechen indirekt den Spannungen – in radialer oder axialer Richtung messen. Radial messende Sensoren werden meistens mittels Konen in der Aufnahmebohrung verspannt. Sie alle weisen jedoch einen nach aussen offenen Konus auf, welcher verschmutzen kann und deshalb können Kriechphänomene auftreten.

Es sind zwei Messprinzipien für Struktursensoren bekannt geworden: piezoelektrische mit Quarz- oder Keramikelementen und geklebte Dehnmessstreifen.

Piezoelektrische Sensoren haben eine schnelle Ansprechzeit und bauen klein. Allerdings kann mit diesen Sensoren nicht über lange Zeit, also statisch, gemessen werden. Ausserdem kann nach erfolgtem Einbau die Verspannung des Sensors, ein wichtiger Parameter, nicht mehr erfasst werden. Selbst heutige Piezosensoren sind noch nicht massfrei, was zu Potentialdifferenzen zwischen Aufnehmer und Steuerung führt und die empfindlichen Mikroprozessoren in der Steuerung beschädigen kann.

Strukturaufnehmer mit geklebten Dehnmessstreifen weisen die Nachteile der Quarzsensoren nicht auf. Allerdings verhindert die recht duktile Kleberschicht schnelle Ansprechzeiten. Zudem kann der Dehnmessstreifen wegen der oftmals nötigen, grossen Verspannung relaxieren und den Nullpunkt verschieben. Ausserdem bauen Dehnmessstreifen sehr gross.

Der erfindungsgemässe Aufnehmer mit dem auf eine amorphe Quarzschicht kathodisch aufgedampften Dünnschicht-Dehnmessstreifen-Messgitter weist demgegenüber keinen der obengenannten Nachteile auf.

Die auf das Substrat aufgebrachte, amorphe Quarzschicht gewährleistet Potentialfreiheit und auch sehr hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit. Ausserdem verhindert diese Quarzschicht relaxieren der verspannten Messbrücke und ermöglicht

schnelle Ansprechzeiten des Sensors. Die Dünnschicht-Dehnmessstreifen-Messgitter, welche erfindungsgemäss kathodisch aufgedampft sind, bauen sehr klein, was zu kompakten Aufnehmern führt.

5 Für in den Sensor integrierte elektrische Schaltungen, beispielsweise ein Instrumentenverstärker, können die benötigten Widerstände oder Lötunkte für elektrische Bauelemente direkt mit dem Messgitter auf das Substrat gedampft werden. Dadurch entfallen Bauelemente und ein zusätzlicher Arbeitsgang. Die Betriebssicherheit der Schaltung wird dadurch erhöht, die Herstellkosten gesenkt.

10 Im folgenden wird der Aufnehmer anhand von Bildern beschrieben. Es zeigen:

15 Fig. 1: Einen Schnitt durch einen erfindungsgemässen, eingekapselten Aufnehmer mit integrierter elektrischer Schaltung.

20 Fig. 2: Eine Ansicht eines erfindungsgemässen Aufnehmers mit nachträglich zu fertigenden, fest angebrachten Einbauhilfen.

Fig. 3: Zeigt einen Schnitt durch eine Variante des erfindungsgemässen Aufnehmers.

25 Fig. 4: Stellt die Demontagevorrichtung für den Aufnehmer nach Fig. 3 dar.

Gemäss Fig. 1 wird das aussen konisch ausgebildete dehnungsempfindliche Element (1) mit dem kathodisch aufgedampften Dünnschicht-Dehnmessstreifen-Messgitter (2) mittels dem Gewinde (4) am Rohr (3) und der Spannungsmutter (5) in den Aussenkonus (6) gezogen. Der Aussenkonus (6) ist integriert in das äussere Rohr (7). Der Aussenkonus (6) kann geschlitzt sein, um einfacheres Verspannen in der Bohrung zu ermöglichen.

30 Das im Konus (6) verkeilte Element (1) überträgt nun Durchmesseränderungen der Bohrungen, verursacht durch Dehnungen, respektive Spannungsänderungen im Material der zu messenden Struktur auf das Messgitter (2). Der gewünschte radiale Messwinkel kann an der Anfräsung vor dem Verspannen durch entsprechendes Positionieren eingestellt werden. Der Ort der zu messenden Dehnungen kann durch Anpassen der Länge gewählt werden. Das Element (1) kann mit bekannten Mitteln am Rohr (3) befestigt werden oder das Rohr (3) und das Element (1) aus einem Stück gefertigt sein.

Die Signalkabel (8) des Messgitters (2) können über die Zentralbohrung des Rohres (3) direkt in die Steuerung der Maschine oder Anlage oder auf eine integrierte elektrische Schaltung (9) geführt und konditioniert werden. Im Falle der integrierten elektrischen Schaltung kann diese diskret aufgebaut und dann im Rohr (3) vergossen werden. Sie kann aber auch direkt auf eine Verlängerung des Elementes (1) gleichzeitig mit dem Dünnschicht-Dehnmessstreifen-Messgitter (2) kathodisch aufgestäubt werden. Es können auf diese Art Widerstände sowie Lötunkte für elektrische Bauelemente in einem Arbeitsgang aufgebracht werden. Das Verlängerungskabel (12) führt dann das konditionierte Signal in die Maschinensteuerung.

65 Der beschriebene Aufnehmer nach Fig. 1 kann mittels einer Metallhülse (10) mit Boden (11), direkt

eingekapselt werden. Die Hülse (10) wird mit bekannten Mitteln auf dem Rohr (7) mit dem Aussenkonus (6) dichtend befestigt. Die Hülse (10) soll elastisch sein, um das Verspannen mittels dem Konus (6) zu gewährleisten.

Fig. 2 zeigt eine Variante des erfindungsgemässen Aufnehmers nach Fig. 1. Dabei wird der Aufnehmer ebenfalls innerhalb der Montagebohrung verspannt.

Die Teile zum Montieren können nachträglich durch den Anwender hergestellt werden. Dies hat den Vorteil, dass man den Sensor für unterschiedliche Bohrungstiefen vor Ort anpassen kann. An die zylindrische Andrehung (13) wird ein passendes Rohrstück geklebt, welches das gekapselte Konussteil (15) in der richtigen Tiefe positioniert. Ein anderes Rohr wird an das Gewinde (14) geschraubt. Damit kann der Sensor verspannt werden.

Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemässen Aufnehmer welcher mittels einem Werkzeug in der Bohrung verspannt wird. Dabei wird die Achse (16) mittels den Stift (17) am Verdrehen gehindert und in der gewünschten radialen Richtung fixiert. Das Innenteil (20) des Montagewerkzeuges wird dazu verwendet. Das Innenteil (20) weist vorne einen Schlitz zur Aufnahme des Stiftes (17) auf. Hinten ist eine Rändelmutter oder ein anderes Teil zum Halten des Innenteils angebracht. Nun kann durch Drehen an der Verspannmutter (18) mittels dem Werkzeug (19) das Sensorelement (22) über die Spindel (16) in den Konus (23) gezogen und in der Bohrung verspannt werden.

Die Verspannmutter (18) weist zwei gegenüberliegende Planflächen auf. Das Werkzeug (19) weist einen Schlitz auf, welcher über die Verspannmutter (18) geschoben werden kann. So kann das Verspannmoment erzeugt werden. Die Signalkabel (24) der Messbrücke (25) können nun entweder direkt an die Auswerteelektronik geführt werden oder auf eine integrierte elektrische Schaltung (26), welche das Signal konditioniert. Die elektrische Schaltung kann wie unter Fig. 1 beschrieben ausgeführt sein. Die Hülse (26) schliesst auch hier den Sensor dicht ab. Als zusätzliche Massnahme zum Dichten kann noch ein O-Ring (27) vorgesehen werden.

Zum Lösen des Sensors wird zuerst mit dem Rohr (19) die Verspannmutter (18) gelöst. Danach kann mittels einem Schlag auf das Rohr (20) das Element (22) aus dem Konus (23) gelöst werden. Es kann nun geschehen, dass sich der Aufnehmer nicht an der Bohrung entfernen lässt, weil das konische Element (22) sich immer wieder verspannt. In diesem Fall kann mittels dem Spezialwerkzeug nach Fig. 4 der konische Teil aus der Bohrung gezogen werden indem man das Spezialwerkzeug in die Bohrung schiebt und das Gewinde (29) über das Gewinde (28) nach Fig. 3 schraubt. Der Schlitz (32) fasst die Verspannmutter (18). Das Signalkabel (33) des Aufnehmers kann durch die Bohrung (31) geführt werden. Durch Ziehen an der Rändelmutter (30) kann der Aufnehmer an der Konushülse aus der Bohrung gezogen werden und damit wiederholtes, ungewolltes Verspannen während der Demontage verhindert werden.

Die vorliegende Erfindung eröffnet dank der kom-

pakten und robusten Bauart, der integrierten elektronischen Schaltung und dem kathodisch aufgetragenen Dünnschicht-Dehnmessstreifen-Messgitter neue Möglichkeiten und Anwendungen in der Überwachung von Maschinen, Geräten und Bauwerken unter extremsten Umweltbedingungen.

Patentansprüche

1. Aufnehmer zur Messung von Querdehnungen in Bohrungen in Strukturen, bei welchem ein konisches Messelement in einen Aussenkonus gezogen wird und sich damit in der Bohrung verspannt, dadurch gekennzeichnet, dass das konische Messelement (1) eine kathodisch aufgestäubte Dünnschicht-Dehnmessstreifen-Messbrücke aufweist.

2. Aufnehmer nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass darin eine integrierte elektrische Schaltung (9) enthalten ist.

3. Aufnehmer nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ganze Aufnehmer mit der integrierten elektrischen Schaltung (9) mittels einer dünnwandigen Hülse (10) gegen äussere Einflüsse und Medien geschützt ist.

4. Aufnehmer nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das konische Messelement (1) mittels einer Kunststoffmasse dicht vergossen ist.

5. Aufnehmer nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass passive Elemente der integrierten elektrischen Schaltung (9) kathodisch aufgestäubt werden.

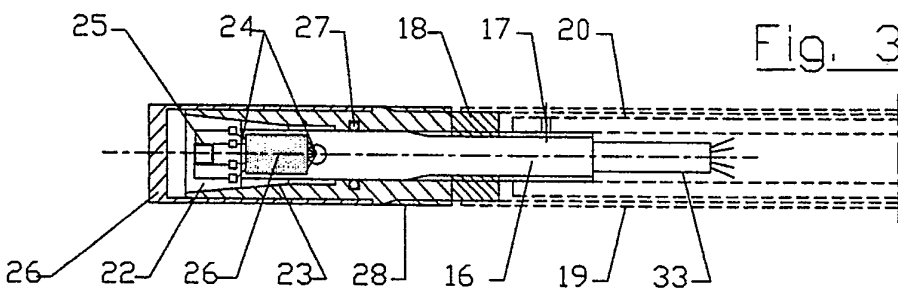
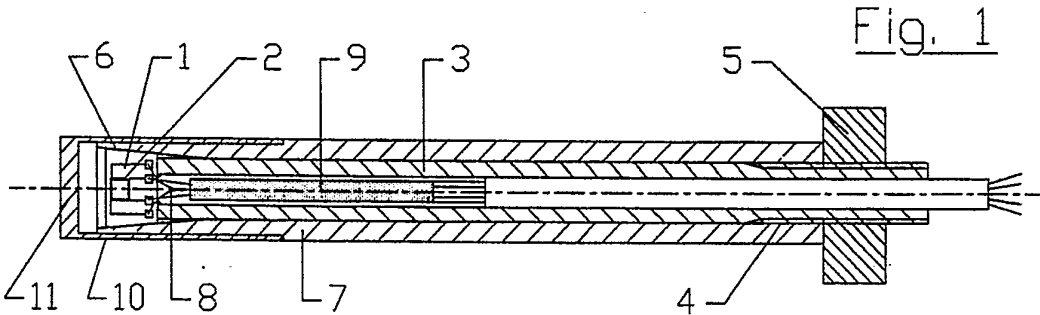


Fig. 2

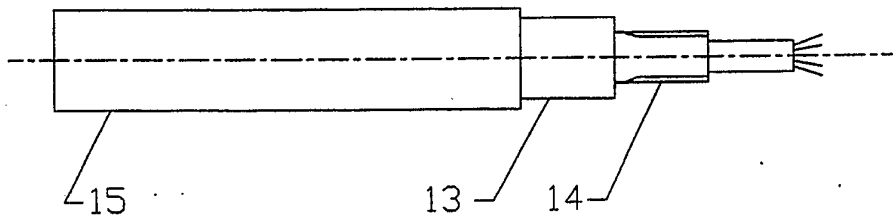


Fig. 4

