



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 300 046 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 B 11/30

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD G 01 B / 343 203 1 (22) 02.08.90 (45) 21.05.92

(71) Akademie der Wissenschaften, Otto-Nuschke-Straße 22/23, O - 1080 Berlin, DE
(72) Körner, Klaus, Dr.-Ing.; Stadthaus, Wolfgang, Dipl.-Ing., DE
(73) Zentrum für Wissenschaftlichen Gerätebau, Rudower Chaussee 6, O - 1199 Berlin, DE

(54) Projektions-Interferometer

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Projektions-Interferometer zur Prüfung der Oberflächenform, insbesondere zur Messung der Welligkeit von Oberflächen in einem Profilschnitt. Erfindungsgemäß besteht bei einer Meßanordnung mit einem Fizeau-Interferometer dieses aus einem Dreiecksprisma, dessen dritte Fläche zur anamorphischen Vergrößerung des Strahlenbündels benutzt wird. Einer teildurchlässigen Fläche als Teilerfläche des Dreiecksprismas ist eine Fläche eines Planspiegels zugeordnet, die unter einem kleinen spitzen Winkel zur Teilerfläche des Dreiecksprismas angeordnet ist. Der Prüfling ist gegenüber dem Dreiecksprisma so angeordnet, daß die durch diese Anordnung entstehenden Austrittsstrahlenbündel unter einem großen Einfallswinkel auf den Prüfling fallen. Dadurch wird es möglich, lichtstreuende technische Flächen, wie z. B. keramische, gedrehte und geschliffene Metalloberflächen interferometrisch zu prüfen.

Patentansprüche:

1. Projektions-Interferometer mit einem Fizeau-Interferometer, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Fizeau-Interferometer einerseits aus einem Dreiecksprisma (3) besteht, dessen dritte Fläche (10) zur anamorphotischen Vergrößerung des Strahlenbündels benutzt wird, daß andererseits einer teildurchlässigen Fläche (11) als Teilerfläche des Dreiecksprismas (3) eine Fläche eines Planspiegels (4) zugeordnet ist, die unter einem kleinen spitzen Winkel zur Teilerfläche des Dreiecksprismas (3) angeordnet ist, und daß der Prüfling (5) gegenüber dem Dreiecksprisma (3) so angeordnet ist, daß die durch diese Anordnung entstehenden Austrittsstrahlenbündel (A, B) unter einem großen Einfallswinkel auf den Prüfling (5) fallen.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der kleine spitze Winkel zwischen der Teilerfläche (11) und der zugeordneten Fläche des Planspiegels (4) kleiner als 5 Grad ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Winkel zwischen den Austrittsstrahlenbündeln (A, B) und dem Prüfling (5) größer als 80 Grad ist.
4. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Dreiecksprisma (3) ein weiterer Prismenanamorphot (2) vorgeordnet ist, der so angeordnet ist, daß der Strahl der Lichtquelle (1) in einen aufgeweiteten und einen nichtaufgeweiteten Strahl aufgeteilt wird und der nichtaufgeweitete Strahl schräg und direkt auf den Prüfling (5) fällt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Prüfung der Oberflächenform, insbesondere auf die Messung der Welligkeit von Oberflächen in einem Profilschnitt.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Aus der DD-PS 275 105 ist eine Anordnung zur Prüfung der Oberflächenform in einem Profilschnitt einer großen Werkstückoberfläche bekannt. Bei dieser Anordnung mit einer Laserlichtquelle, einem teleskopischen Bündelquerschnitts-Wandler, zwei keilförmigen Spiegelprismen, einem Meßprisma mit einer Strahleintritts-, einer Strahlaustritts- und einer Referenzfläche, einem Teleskop mit Spaltblende und einem Bildwandler sowie einer Prüflingsoberfläche, die der Referenzfläche des Meßprismas gegenüberliegt, ist dem teleskopischen Bündelquerschnitts-Wandler ein anamorphotischer Bündelquerschnitts-Wandler nachgeordnet, dem in Lichtrichtung ein dreieckförmiges erstes Spiegelprisma mit drei optisch aktiven Flächen folgt, wobei die Strahleintrittsfläche des Spiegelprismas dem anamorphotischen Bündelquerschnitts-Wandler gegenübersteht, dem ersten Spiegelprisma ein gleichartiges zweites Spiegelprisma symmetrisch so gegenübersteht, daß sich beide Spiegelprismen in einer Linie berühren und mit ihren Innenflächen zueinander einen spitzen Winkel bilden und das Meßprisma so überdecken, daß sie das Meßprisma linienförmig berühren und die innenliegenden Flächen der Spiegelprismen Strahldurchtrittsflächen sind und die Spiegelflächen bei beiden Spiegelprismen außen liegen. Diese interferometrische Anordnung hat den Nachteil, daß sie trotz der erreichten Vereinfachungen immer noch zu aufwendig ist und auch nur für kleine Verformungen im Bereich bis zu 200 µm einsetzbar ist, d. h., es sind im wesentlichen nur Flächen mit hoher Qualität prüfbar, die häufig technische Flächen nicht haben. Die Mehrzahl der technischen Flächen sind vielmehr lichtstreuend.

In der Zeitschrift „Technisches Messen“, H. 6/1987, S. 229, wird eine relativ einfache Anordnung beschrieben, bei der ein Streifenmuster auf das Meßobjekt projiziert wird. Das Streifenmuster wird interferometrisch mit Hilfe einer Michelson-Anordnung erzeugt. Diese Anordnung ist einfach im Aufbau, ist aber insbesondere für stärker verformte Flächen im Bereich zwischen einem und einigen Millimetern anwendbar. Mit dieser Anordnung können lichtstreuende technische Flächen geprüft werden, wobei aber nur eine geringe Höhenauflösung und ein kleines Meßfeld zu erreichen sind.

Außerdem treten bei dieser Anordnung in der Meßobjektebene durch die Neigung der beiden interferierenden Bündel zueinander eine Lateralshear und auch noch Vergrößerungsshear auf, welche zum einen große optische Bauelemente erforderlich machen und die Meßgenauigkeit verringern können.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, große lichtstreuende technische Flächen berührungslos mit vergleichsweise großer Höhen- und Lateralauflösung zu prüfen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, lichtstreuende technische Flächen, wie z. B. keramische, gedrehte und geschliffene Metalloberflächen interferometrisch zu prüfen, bei weiterer Verringerung des technischen Aufwandes, insbesondere der Anzahl und des Volumens der optischen Bauelemente.

Erfindungsgemäß wird das bei einer Meßanordnung mit einem Fizeau-Interferometer dadurch erreicht, daß das Fizeau-

Interferometer einerseits aus einem Dreiecksprisma besteht, dessen dritte Fläche zur anamorphotischen Vergrößerung des Strahlenbündels benutzt wird, daß andererseits einer teildurchlässigen Fläche als Teilerfläche des Dreiecksprismas eine Fläche eines Planspiegels zugeordnet ist, die unter einem kleinen spitzen Winkel zur Teilerfläche des Dreiecksprismas angeordnet ist, und daß der Prüfling gegenüber dem Dreiecksprisma so angeordnet ist, daß die durch diese Anordnung entstehenden Austrittsstrahlenbündel unter einem großen Einfallswinkel auf den Prüfling fallen. Es ist zweckmäßig, daß dieser Winkel größer als 80 Grad ist und der kleine spitze Winkel kleiner als 5 Grad ist.

Bei dieser Anordnung entsteht aus dem Eingangsstrahlenbündel ein erstes Teilstrahlenbündel und ein zweites Teilstrahlenbündel, das nach dem Durchtritt durch die Teilerfläche an der Planspiegelfläche reflektiert wird, durch die nichtsenkrechte Reflexion einen Lateralshear erfährt und mit einem durch den kleinen Winkel veränderten Einfallswinkel anamorphotisch verkleinert wieder in das Dreiecksprisma eintritt. Das erste Teilstrahlenbündel und das reflektierte zweite Teilstrahlenbündel breiten sich nun unter einem Winkel so aus, daß sich die Bündelachsen näherungsweise auf der Prüflingsoberfläche treffen und das anamorphotisch etwas verkleinerte zweite Teilstrahlenbündel auf der Prüflingsoberfläche durch das flachere Auftreffen als das erste Teilstrahlenbündel stärker gedehnt wird, so daß zwischen dem ersten und dem zweiten reflektierten Teilstrahlenbündel die Vergrößerungsshear minimiert wird. Dadurch minimieren sich die Meßfehler, und die Teilstrahlenbündel werden optimal für die Messung genutzt, so daß sich für die optischen Elemente insbesondere bei großen Prüflingsabmessungen ein minimales Volumen ergibt.

Die Auswertung der projizierten Interferenzstreifen kann nach einer Streifenauswertemethode rechnergestützt erfolgen. Das führt insgesamt zu einer kostengünstigen Anordnung. Andererseits ist es aber zur Erhöhung der Meßgenauigkeit und des Meßbereiches auch möglich, den Planspiegel mit einem Piezosteller zu koppeln und das Phase-Sampling-Verfahren anzuwenden. Auch ist es möglich, mit einem durchstimmbaren Halbleiterlaser die Phase bei Vorhandensein eines hinreichend großen optischen Gangunterschiedes so zu verstellen, daß das o. g. Verfahren anwendbar ist.

Bei dieser Anordnung wird also das Strahlenbündel an der Eintrittsfläche des Dreiecksprismas zunächst anamorphotisch aufgeweitet und infolge des sehr flachen Lichteinfalls auf den Prüfling kann dieser eine sehr viel größere Fläche haben als sie der Querschnitt des Strahlenbündels hat.

Zusätzlich kann dem Dreiecksprisma ein weiterer Prismenanamorphot vorgeordnet sein, der so angeordnet ist, daß der Strahl der Lichtquelle in einen aufgeweiteten und in einen nichtaufgeweiteten Strahl aufgeteilt wird, wobei der Prismenanamorphot so angeordnet ist, daß der nichtaufgeweitete Strahl schräg und direkt auf den Prüfling fällt. Mit dieser zusätzlichen Anordnung ist es möglich, die Tiefenlage des Prüflings zu ermitteln.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll in einem Ausführungsbeispiel anhand einer Zeichnung erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1: den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Projektionsinterferometers

Fig. 2: den Strahlengang im Fizeau-Interferometer im Detail.

Die Anordnung besteht aus einem Laser 1, vorzugsweise ist das ein Halbleiterlaser, aus einem Prismenanamorphot 2, sowie einem Prismenanamorphot 3 mit einer Teilerfläche 11, der ein Planspiegel 4 zugeordnet ist. Diesen Baugruppen folgen im Strahlengang der Prüfling 5, zwei Umlenkspiegel 6, 7, ein Objektiv 8 und eine CCD-Zeilenkamera 9.

Das Laserlicht trifft zunächst auf den Prismenanamorphot 2, wo der Strahl in einen aufgeweiteten und einen nichtaufgeweiteten Strahl aufgeteilt wird. Der nicht aufgeweitete Strahl wird von einer Fläche des Prismenanamorphots direkt auf den Prüfling geleitet. Der aufgeweitete Strahl wird auf den zweiten Prismenanamorphot 3 gelenkt. Wie aus der Fig. 2 ersichtlich ist, entsteht aus dem dort einfallenden Strahl an der Eingangsfläche 10 zunächst ein anamorphotisch aufgeweitetes Strahlenbündel, aus dem anschließend ein erstes Teilstrahlenbündel A und ein zweites Teilstrahlenbündel B abgeleitet werden. Dabei entsteht das erste Teilstrahlenbündel durch Reflexion an der Teilerfläche 11 während ein Teil des Strahlenbündels durch die Teilerfläche 11 hindurchtritt und am Planspiegel 4 reflektiert wird. Durch die nichtsenkrechte Reflexion erfährt dieses Teilstrahlenbündel eine Lateralshear und tritt mit einem durch den kleinen Winkel veränderten Einfallswinkel anamorphotisch verkleinert wieder in das Dreiecksprisma 3 ein. Das erste Teilstrahlenbündel und das am Planspiegel 4 reflektierte zweite Teilstrahlenbündel breiten sich nun unter einem Winkel so aus, daß sich die Bündelachsen der Teilstrahlenbündel A und B näherungsweise auf der Oberfläche des Prüflings 5 treffen. Dabei wird das anamorphotisch verkleinerte zweite Teilstrahlenbündel B wegen des gegenüber dem ersten Teilstrahlenbündel A flacheren Auftreffens auf der Oberfläche des Prüflings 5 stärker gedehnt, so daß zwischen dem ersten und dem zweiten Teilstrahlenbündel die Vergrößerungsshear minimiert wird.

Das von der Oberfläche des Prüflings 5 reflektierte Strahlenbündel wird über Umlenkspiegel 6, 7 und über ein Objektiv 8 zur Auswertung auf eine Zeilenkamera 9 gelenkt. Die Auswertung erfolgt in an sich bekannter Weise.

