



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **268 064 A1**

4(51) G 01 N 27/82

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 311 920 8

(22) 31.12.87

(44) 17.05.89

(71) VEB Kombinat Wälzlager und Normteile, Reichenhainer Straße 31/33, Karl-Marx-Stadt, 9022, DD

(72) Seidel, Martin, Dr. rer. nat.; Natzke, Ralf, Dipl.-Phys.; Liesaus, Roger, Dipl.-Ing.; Nocke, Günter, Doz. Dr.-Ing., DD

(54) Verfahren und Einrichtung zur zerstörungsfreien magnetinduktiven Werkstoffprüfung von Kleinteilen

(55) Werkstoffprüfung, Verfahren, Einrichtung, magnetinduktiv, Gefüge, Defekte, Abdickung, Prüfspule, Werkstückteilbereiche, Stahl, Nichteisenmetall

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur magnetinduktiven Prüfung von Kleinteilen, insbesondere des Gefüges und der Defekte metallischer Werkstücke, vorzugsweise aus Stählen. Die besonderen Vorteile dieses Verfahrens und der Einrichtung liegen darin, daß unter der Verwendung von Durchlaufspulen in den Werkstücken örtliche Gefügeunterschiede und Defekte lokalisiert und charakterisiert werden können, wobei Teile mit geringer räumlicher Ausdehnung, im Vergleich zum wirksamen magnetischen Feld geprüft werden können. Das besondere Merkmal besteht darin, daß das zu prüfende Teil unter einer metallischen Abdeckung aus nichtferritischem Material, mit einer Aussparung, entsprechend der Größe und Form des Werkstückteilbereiches in die Prüfspule gebracht wird. Fig. 2

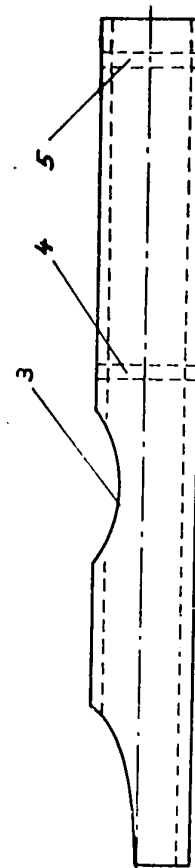


Fig. 2

Patentansprüche:

1. Verfahren zur zerstörungsfreien magnetinduktiven Werkstoffprüfung von Kleinteilen hinsichtlich Gefüge, Eigenschaften und Rissen, **dadurch gekennzeichnet**, daß Werkstücke metallisch bis auf einen zu prüfenden Teilbereich beliebiger Form abgedeckt werden und die durch den Werkstückteilbereich in einer Prüfspule bewirkte Scheinspannungsänderung mit derjenigen Scheinspannungsänderung verglichen wird, die durch Prüfung eines Werkstückes mit einem Teilbereich, dessen Gefüge und Eigenschaften bekannt sind, unter gleichen Bedingungen ermittelt wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem Werkstück festgelegte einzelne oder in Folge mehrere bzw. alle Teilbereiche, beispielsweise durch Verschiebung, Verdrehung o. dgl., geprüft werden.
3. Einrichtung zur zerstörungsfreien magnetinduktiven Werkstoffprüfung von Kleinteilen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zu prüfende Werkstück (Fig. 1; Fig. 3 b) unter einer metallischen, nichtferritischen Abdeckung (Fig. 2; Fig. 3 a), die eine der Größe und Form des zu prüfenden Werkstückteilbereiches entsprechende Aussparung (3; 9) besitzt, derart in die Prüfspule einbringbar ist, daß sich die Aussparung (3; 9) in definierter Lage im Bereich der Sekundärwicklung der Prüfspule und sich der zu prüfende Werkstückteilbereich (1; 2) in der Aussparung (3; 9) befindet bzw. vorbeiführbar ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur zerstörungsfreien Prüfung elektrisch leitfähiger bzw. ferromagnetischer Materialien mit deren Hilfe in Werkstücken geringerer Abmessungen (Kleinteile) vorhandene Inhomogenitäten des Gefüges und der Eigenschaften sowie Risse nachgewiesen und lokalisiert werden können.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Der Nachweis von in, im weiteren als Kleinteile bezeichneten, Werkstücken geringer Abmessungen vorhandenen Inhomogenitäten des Gefüges und der Eigenschaften stellt ein wichtiges bisher weitgehend ungelöstes Problem der Werkstoffprüfung dar.

Die Prüfaufgabe kann einmal darin bestehen, festzustellen, ob im Werkstück nach den einzelnen Bearbeitungsstufen Inhomogenitäten des Gefüges bzw. Risse vorhanden sind, und diese, wenn vorhanden, zu lokalisieren. Derartige Inhomogenitäten können zum Beispiel durch eine örtliche Ranzentkohlung oder eine ungleichmäßige Härtung entstehen und zum Versagen des Bauteiles führen. Eine weitere Prüfaufgabe kann darin bestehen, die an Werkstücken vorhandenen speziellen Funktionselemente bzw. -bereiche hinsichtlich ihres Gefüges und ihrer Eigenschaften bzw. auftretender Risse zu charakterisieren. Derartige Teilbereiche von Werkstücken sind zum Beispiel Nocken an Wellen und gesondert gehärtete Bereiche von Werkzeugen.

Beim Versuch der Lösung obengenannter Prüfaufgaben wurden bisher nahezu ausschließlich Tastspulen und in geringem Umfang Gabelspulen verwendet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß derartige Spulen erfolgreich zur Prüfung großflächiger, ebener bzw. wenig gekrümmter Teile wie Platten, Bänder u. ä. eingesetzt werden konnten und sie deshalb in der einschlägigen Fachliteratur als die einzigen zur örtlichen Prüfung geeigneten Spulentypen bezeichnet werden. Die Anwendung von Tastspulen zur Prüfung von in der Regel nichtebenen Kleinteilen hat aber eine Reihe von wesentlichen Nachteilen:

Die Tastspulen werden üblicherweise auf die Werkstückoberfläche aufgesetzt, so daß deren Oberflächenbeschaffenheit, wie Rauigkeit und Reinheit, stark das Prüfergebnis beeinflusst. Eine Zunahme des Abstandes zwischen Spule und Oberfläche des Teiles bewirkt eine Verfälschung des Prüfergebnisses und zugleich eine Verringerung der Nachweisempfindlichkeit von Gefügeunterschieden bzw. von Rissen. Mit der Kompensation des Abstandeffektes beschäftigen sich eine Vielzahl von Erfindungen, wie zum Beispiel DE-PS 2204449. Ein Nachteil dieser Lösungen besteht darin, daß sie einen komplizierten Spulenaufbau oder eine aufwendige elektronische Schaltung erfordern. Entscheidend aber ist, daß die Kompensation des Abstandeffektes eine gleichzeitige Unterdrückung des Gefügeeinflusses auf das Prüfesignal bewirkt, so daß nur noch Risse, aber keine Gefügeinhomogenitäten nachgewiesen werden können.

Ein weiteres Problem besteht darin, daß die Spulen der Geometrie, insbesondere der Oberflächenkrümmung, der zu prüfenden Teile angepaßt sein müssen. Das in DE-PS 2431397 beschriebene Aufsatzjoch eignet sich nur für zylindrische gestreckte Körper. Für andere Teile sind deshalb jeweils spezielle Spulenformen notwendig. Dies ist außerordentlich nachteilig zum Beispiel bei der Anwendung von Tastspulen zur Wälzlagerprüfung, da für jeden Ringtyp besondere Spulenkernformen erforderlich sind. Schließlich besteht ein weiterer Nachteil von Tastspulen darin, daß die wirksame Reichweite des Spulenfeldes oftmals größer ist als die Abmessungen des Werkstückes. Es ist deshalb erforderlich, die Spule an genau definierten Stellen des Teiles aufzusetzen. Die in DD-PS 221283 beschriebene Begrenzung des Spulenfeldes durch einen Abschlußring verlangt für jedes spezielle Prüfproblem angepaßte derartige Ringe.

Die Anwendung der in DE-PS 2641 798 beschriebenen Gabelspule setzt voraus, daß das Werkstück zueinander parallele Oberflächen besitzt, deren Abstand eine ausreichende Durchdringung des magnetischen Feldes durch das Teil ermöglicht. Das beschränkt die Nutzung dieser Spule auf den Bereich niedriger Prüffrequenzen, so daß Inhomogenitäten in oberflächennahen Bereichen nicht festgestellt werden können.

Insgesamt muß festgestellt werden, daß die Prüfung von Kleinteilen mittels der genannten Spulen ein Verfahren ist, welches stark von äußeren Störeinflüssen abhängig ist, deren Ausschaltung gerätetechnisch aufwendig ist und gleichzeitig bewirken kann, daß Gefügeeinhomogenitäten nicht festgestellt werden können. Tast- und Gabelspulen sind deshalb zur Lösung obengenannter Prüfaufgaben nun sehr bedingt anwendbar.

Die sogenannten Durchlaufspulen ermöglichen eine berührungsfreie Prüfung, wobei für verschiedene Werkstückgeometrien in Abhängigkeit von deren Querschnittsfläche gleiche Spulen verwendet werden können. Bei der bisher üblichen Prüfung von Kleinteilen in Durchlaufspulen erfaßt das magnetische Feld das gesamte Werkstück, so daß das Prüfergebnis das Teil als Ganzes charakterisiert. In der Fachliteratur wird deshalb die Anwendung von Durchlaufspulen zur örtlichen Prüfung von Kleinteilen generell ausgeschlossen. Weiterhin wird es als notwendig erachtet, ein großes Verhältnis von Werkstückquerschnittsfläche zu Spulenfläche, d. h., einen großen Spulenfüllfaktor zu erreichen. Dazu dienen zum Beispiel Spulen mit rechteckigem Durchgang. Außerdem sollen sich in Reichweite des wirksamen Spulenfeldes keine anderen ferromagnetischen Körper befinden.

Im WP GO1 N 290 119.8 wird ein Verfahren beschrieben, das bei rotationssymmetrischen Teilen den Nachweis von örtlichen Gefüge- und Eigenschaftsunterschieden mittels Durchlaufspulen ermöglicht. Dieses neue Verfahren, das erstmals eine örtliche Gefügeprüfung rotationssymmetrischer Kleinteile in Durchlaufspulen gestattet, kann aber nicht für Teile komplizierter Geometrie, z. B. solcher mit abgesetzten Funktionsflächen u. ä. angewandt werden. Mit ihm können Gefüge- und Eigenschaftsunterschiede innerhalb eines rotationssymmetrisches Werkstückes nachgewiesen werden, deren Lokalisierung ist jedoch nicht möglich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Nachteile bekannter Lösungen zu beseitigen und ein relativ kostengünstiges Verfahren und eine Einrichtung zu schaffen, die schnell und exakt Werkstofffehler erkennen lassen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein berührungsfrei arbeitendes Verfahren und eine Einrichtung zur zerstörungsfreien und lokalisierten Charakterisierung des Gefüges sowie ebensolches Erkennen von Rissen, vorwiegend in Kleinteilen, zu schaffen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß Werkstücke metallisch, bis auf einen zu prüfenden Teilbereich beliebiger Form, abgedeckt werden und die durch den Werkstückteilbereich in einer Prüfspule bewirkte Scheinspannungsänderung mit derjenigen Scheinspannungsänderung verglichen wird, die durch Prüfung eines Werkstückes mit einem Teilbereich, dessen Gefüge und Eigenschaften bekannt sind, unter gleichen Bedingungen ermittelt wurde. Erfindungsgemäß erfolgt die Prüfung so, daß bei einem Werkstück festgelegte einzelne oder in Folge mehrere bzw. alle Teilbereiche, beispielsweise durch Verschiebung, Vordrehung o. dgl., untersucht werden. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist so gestaltet, daß das zu prüfende Werkstück unter einer metallischen, nichtferritischen Abdeckung, die eine der Größe und Form des zu prüfenden Werkstückteilbereiches entsprechende Aussparung besitzt, derart in die Prüfspule einbringbar ist, daß sich die Aussparung in definierter Lage im Bereich der Sekundärwicklung der Prüfspule und sich der zu prüfende Werkstückteilbereich in der Aussparung befindet bzw. vorbeiführbar ist.

Ausführungsbeispiel

Zwei Ausführungsbeispiele sollen in den beigelegten Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: eine Spindel mit zu prüfenden Teilbereichen

Fig. 2: eine Abdeckung der Spindel nach Fig. 1

Fig. 3: eine Einrichtung zum Prüfen von rotationssymmetrischen Teilen

Fig. 4: eine Darstellung des Verlaufes des Realteiles der Scheinspannungsänderung bei der Drehung eines Wälzlageringens mit einem Riß und einem weichen Bereich um seine Rotationsachse

Bei der Qualitätsprüfung von Spindeln, Fig. 1, sind das Gefüge und die Eigenschaften der gehärteten Fußspitze 1 und der ebenfalls gehärteten Halslagerstelle 2 zu charakterisieren. Der Einfluß der übrigen Werkstückbereiche auf die magnetinduktive Prüfung ist zu unterdrücken.

Die Prüfung erfolgt derart, daß die zylindrische Abdeckung aus Aluminium, Fig. 2, so in die Spule gebracht wird, daß sich die Aussparung 3 an der Stelle der Sekundärwicklung befindet. Durch die Anschläge 4 und 5 wird gewährleistet, daß die interessierenden Teilbereiche der Spindel im Bereich der Aussparung liegen.

Bei der Prüfung der Fußspitze wird die Spindel an den Anschlag 4 geschoben und die dadurch hervorgerufene Scheinspannungsänderung registriert. Diese wird verglichen mit derjenigen Scheinspannungsänderung, die an Teilen mit bekannter Härte ermittelt wurde. Anschließend wird die Spindel an den Anschlag 5 weitergeführt und die Halslagerstelle in gleicher Weise geprüft.

Liegen die auf diese beschriebene Weise ermittelten Werte in den geforderten Toleranzen, kann die Spindel aus Gutteil, ansonsten als Ausschußteil klassifiziert werden. Durch das Einführen der nächsten Spindel wird die geprüfte Spindel ausgebracht.

Zur Qualitätsprüfung von Wälzlagerlingen 6 (Fig. 3a-c) hinsichtlich ihrer Gefügeausbildung über den Ringumfang werden diese auf eine in der Spule befindliche drehbare Aufnahmevorrichtung 7 gebracht, welche derart gestaltet ist, daß die Ringe stets die gleiche Lage einnehmen. Über die Aufnahmevorrichtung und den Wälzlagerling wird eine Abdeckung 8 angebracht, welche mit einer Aussparung 9 versehen ist. Diese Aussparung 9 ist im Bereich der Sekundärwicklung der Prüfspule anzuordnen. Nun wird der Ring mit Hilfe der Aufnahmevorrichtung 7 unter der Abdeckung 8 gedreht. Dabei gelangen alle Teilbereiche des Wälzlagerlings 6 nacheinander in den Bereich der Aussparung 9. Während dieses Vorganges wird die sich ändernde Scheinspannung kontinuierlich aufgezeichnet. Es entsteht der Scheinspannungsverlauf Fig. 4, der bei inhomogenen Ringen örtliche Minima 10 und Maxima 11 enthält. Das in Fig. 4 dargestellte spezielle Prüfergebnis charakterisiert einen Wälzlagerling mit einer durchschnittlichen Härte von 62 HRC, der einen 0,5 mm tiefen Riß an der Stelle 10 und einen weichen Bereich mit einer Härte von 59 HRC an der Stelle 11 besitzt.

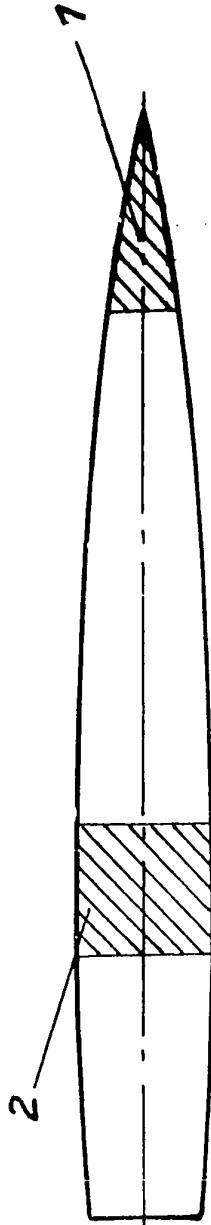


Fig. 1

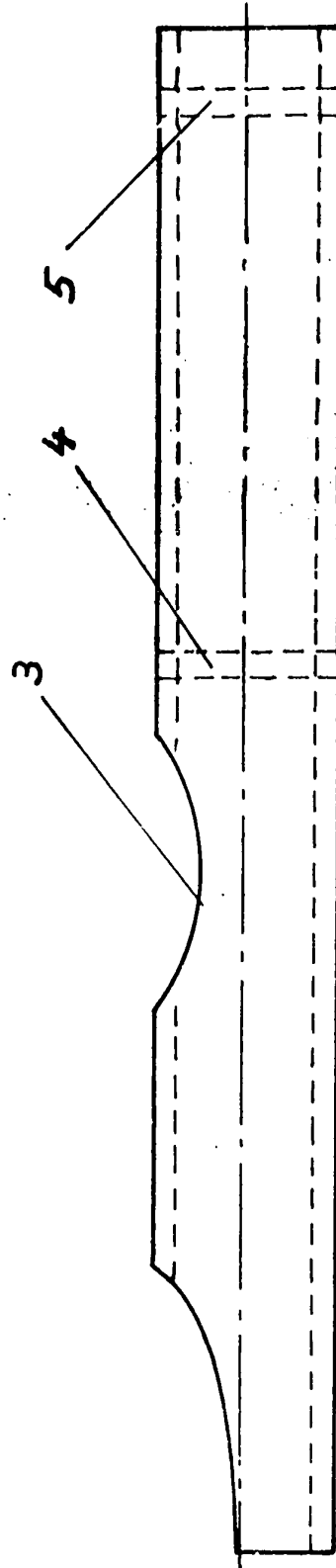


Fig. 2

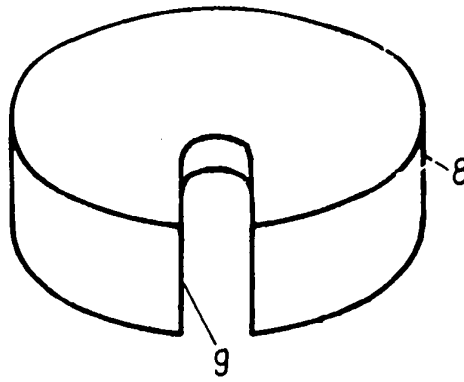


Fig. 3a

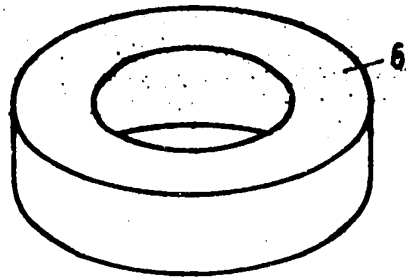


Fig. 3b

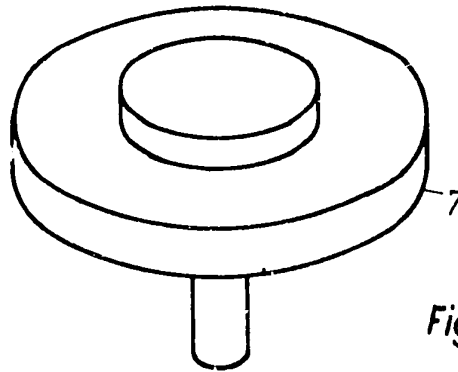


Fig. 3c

