



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 788 851 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.08.1997 Patentblatt 1997/33

(51) Int. Cl.⁶: **B21C 51/00**

(21) Anmeldenummer: **97101228.1**

(22) Anmeldetag: **27.01.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **07.02.1996 DE 19604440**

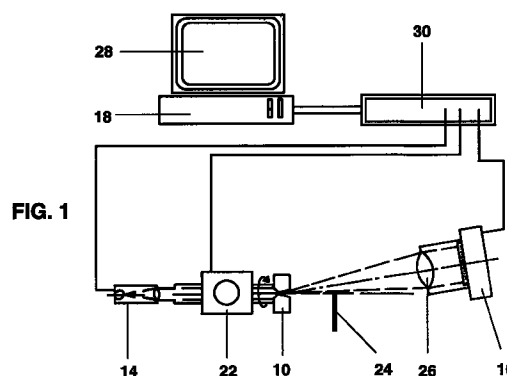
(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH
81543 München (DE)**

(72) Erfinder: **Spangenberg, Robert
86830 Schwabmünchen (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Beurteilung eines Ziehsteins**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Beurteilung einer Bohrung innerhalb eines Ziehsteins (10), der zum Ziehen von Feindrähten, insbesondere von Wolframdrähten dient, nach quantitativen (z.B. Durchmesser, Ovalität) und/oder qualitativen Gesichtspunkten (z.B. Ziehsteinschäden durch Riefen, Rauheit, Sprünge).

Ein Laser (14) sendet einen Laserstrahl auf den Ziehstein (10), der in einer drehbaren Aufnahme gelagert ist, die ihrerseits von einem Schrittmotor (22) angetrieben wird. Der am Ziehhol (12) gebeugte Strahl ergibt ein spezifisches Beugungsmuster, das von einer Kamera (16) zeilenweise erfaßt wird. Ein Programm errechnet aus Signalen des Beugungsmusters den Durchmesser und die Ovalität des Ziehhol (16). Die Erfindung ermöglicht eine schnelle und genaue Beurteilung des Ziehsteins (10), insbesondere eines Ziehhol (12).



EP 0 788 851 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Beurteilung einer Bohrung innerhalb eines Ziehsteins nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 9.

Ein solcher Ziehstein dient zum Ziehen von Feindrähten, insbesondere von Wolframdrähten; die Beurteilung erfolgt dabei nach quantitativen (z.B. Durchmesser, Ovalität) und/oder qualitativen Gesichtspunkten (z.B. Ziehsteinschäden durch Riefen, Rauheit, Sprünge).

Wesentlich für die Herstellung von sogenannten Feindrähten, also Drähten mit einem Durchmesser von weniger als 300 Mikrometern, wie Wolframdrähten, ist die Beurteilung des Ziehholts, durch das der Draht gezogen wird. Meist wird ein Satz von mehreren (oft acht), hintereinander geschalteten Ziehsteinen verwendet, wobei die Ziehsteine untereinander festgelegte relative Abstufungen im Durchmesser einhalten müssen. Bei den Dimensionen im Zehntel-Millimeter-Bereich ist eine genaue, hochpräzise Bestimmung des Ziehholts wesentlich, da geringere Toleranzen existieren als bei einer Drahtherstellung im Millimeterbereich.

Stand der Technik

Bekannt ist ein Verfahren zur Beurteilung von Ziehsteinen, das einen mehrstufigen Prozeß voraussetzt. Das Ziehhol wird dabei vom Bedienungspersonal mit Hilfe eines Lichtmikroskopes optisch begutachtet und aufgrund von Erfahrungswerten auf etwaige Ziehsteinschäden, wie Riefen oder Ausbrüche an den Ziehholkanten eingestuft. Problematisch hierbei ist, daß bei kleinen Durchmessern insbesondere von weniger als 100 Mikrometern die Intensität des Durchlichtes auf Werte abnimmt, die eine genaue Beurteilung sehr erschweren. Des weiteren erfordert die Beurteilung in diesen Dimensionen eine möglichst hochpräzise Auflösung, die bei dem bekannten Verfahren nicht gegeben ist.

Der Durchmesser des Ziehholts konnte bisher nur in einem indirekten Verfahren erfaßt werden. Dabei wurde Kupferdraht durch das Ziehhol kaltgezogen; aufgrund der vorbestimmten Parameter des Kupferdrahtes (Gewicht, Länge etc.) konnte nach dem Kaltziehverfahren indirekt auf den Zustand des Ziehholts rückgeschlossen werden, insbesondere auf dessen Durchmesser. Für eine umfassende Beurteilung des Ziehsteins mußten also bisher die Parameter (Ziehsteinschäden, Durchmesser, Ovalität des Ziehsteins etc.) in unterschiedlichen und aufwendigen Zusatzverfahren ermittelt werden. Aufgrund des enormen Arbeits-, Zeit- und damit auch Kostenaufwandes konnte eine Ziehholbeurteilung im Stand der Technik nur in 10 bis 20% der an sich zu beurteilenden Ziehsteine erfolgen. Des weiteren ist es beim Stand der Technik eine Vorausset-

zung, daß das Personal am Lichtmikroskop geschult und erfahren ist.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur optischen Beurteilung von Ziehsteinen und Ziehsteinsätzen zur Verfügung zu stellen, das alle erforderlichen Parameter für die Beurteilung des Ziehholts in einem Meßverfahren erfaßt und diese automatisch, präzise und den Einfluß weiterer Fehlerquellen minimierend auswertet, und weiterhin eine Vorrichtung zu schaffen, die eine einfache, schnelle Qualitätssicherung des Ziehsteins erlaubt ohne spezielle Vorkenntnisse des Bedienungspersonals.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 9 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Laserstrahl auf eine zu beurteilende Bohrung im Ziehstein ausgesendet, der zum Ziehen von Feindrähten, insbesondere von Wolframdrähten dient. Durch Beugung des Laserstrahls im Ziehstein wird ein Beugungsbild erzeugt, mindestens ein Teil des Beugungsbildes der gebeugten Laserstrahlung wird erfaßt und es werden daraus Signale erzeugt, die das erfaßte Beugungsbild definieren. Schließlich wird das Beugungsbild durch Transformation der gewonnenen Signale ausgewertet. Damit wird die Bohrung innerhalb des Ziehsteins nach quantitativen (z.B. Durchmesser, Ovalität) und/oder qualitativen Gesichtspunkten (z.B. Ziehsteinschäden durch Riefen, Rauheit, Sprünge) beurteilt.

Durch die erfindungsgemäße Erfassung und Verarbeitung der Parameter für die Beurteilung des Ziehsteins aus Beugungssignalen bietet diese Lösung den Vorteil, daß bisherige Störeinflüsse, wie Fehleingaben und Fehlinterpretationen auf ein Minimum beschränkt bleiben. Während es - wie bereits beschrieben - beim Stand der Technik eine Voraussetzung ist, daß das Personal am Lichtmikroskop geschult und erfahren ist, ist dies bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wegen der einfachen Handhabung der Vorrichtung nicht mehr erforderlich.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung besteht darin, daß die mit Diamant bestückte Innenoberfläche des Ziehholts vorzugsweise mit Graphit oder schwarzer Glastinte geschwärzt ist. Damit werden Strahlungsanteile, die durch Transmission der diamantbestückten Teile des Ziehsteins zustande kommen und das Beugungsbild überlagern, unterdrückt. Im Ergebnis erhält man durch diese Ziehsteinpräparation ein weniger gestörtes Beugungsbild, was wiederum die Qualität der Beurteilung erhöht.

Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine Übersicht über die erfindungsgemäße Vorrichtung,
- Fig. 2 eine übersichtsartige Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 3 eine diagrammartige Darstellung eines Intensitätsverlaufs eines Beugungssignales einer Winkelzeile, aufgetragen über den Ort bei einem Ziehhol mit einem Durchmesser von 80 Mikrometern,
- Fig. 4 ein Beugungsbild bei einem guten Ziehstein mittlerer Laufzeit,
- Fig. 5 ein Beugungsbild bei einem Ziehstein mit höherer Rauheit und Riß und
- Fig. 6 eine Schnittansicht eines Ziehsteins mit einer Ziehsteinbohrung.

Um Klarheit über die prinzipielle Form und den Aufbau eines Ziehsteines 10 zu erhalten, sei nun auf Fig. 6 verwiesen. Der Pfeil deutet die Drahtziehrichtung an, d.h. in der Figur von rechts nach links. Die Bohrung des Ziehsteins 10 umfaßt mehrere Abschnitte. Der Abschnitt mit dem kleinsten Durchmesser definiert das Ziehhol 12, das im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist. Das Ziehhol 12 definiert den späteren Durchmesser des Drahtes und dessen Oberflächenqualität. In Drahtziehrichtung hinter diesem befindet sich eine Hinterschneidung 13, vor ihm der Verformungsteil 11.

Fig. 2 zeigt schematisch das Verfahren zur Beurteilung eines Ziehsteins 10 im Überblick. Ein Laserstrahl vornehmlich eines Halbleiter-Lasers 14 wird in einem Ziehsteinhol 12, mit einem Durchmesser von z.B. weniger als 300 Mikrometer, gebeugt, indem der Laserstrahl möglichst auf den Mittelpunkt des Ziehsteins 10 gerichtet wird.

Das Beugungsverhalten des Laserstrahls am Ziehsteinhol 12 wird im weiten Verfahren als Grundlage für die Beurteilung des Ziehsteinhols 12 verwendet. Das je nach Zustand des Ziehsteins 10 spezifische Beugungsbild wird mit einer Kamera 16 erfaßt und in elektrische Signale umgewandelt, die im weiteren Verfahren ausgewertet werden.

Die Signale werden einem Prozessor 18 zugeführt, der sie so verarbeitet, daß sie zur Bestimmung des Durchmessers des Ziehsteinhols 12 und zur Beurteilung der Ovalität und der Güte herangezogen werden können.

Im Vergleich mit der Gütebestimmung am Lichtmikroskop und der indirekten Bestimmung des Durchmes-

sers mittels der Wiegetechnik im Stand der Technik ergeben sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die Vorteile einer sehr schnellen Bestimmung bei hoher Genauigkeit, die etwa bei einem Zehntel Mikrometer liegt, und der Möglichkeit einer Prüfung aller zur Beurteilung anfallender Ziehsteine 10, gegenüber bisheriger 10% - 20%iger Prüfung, sowie der für die Praxis wichtige Vorteil einer einfachen Handhabung.

Bei einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird nicht das gesamte Beugungsbild erfaßt, sondern jeweils nur ein Teil des Beugungsbildes, welcher Teil jeweils einem Radialschnitt, bezogen auf den Mittelpunkt des Beugungsbildes, entspricht.

Eine CCD(Charge Coupled Device)-Zeilenkamera 16 nimmt das Beugungsmuster zeilenweise auf. Fig. 1 zeigt den Meßplatzaufbau, insbesondere die Anordnung des Lasers 14, des Ziehsteins 10 und der Kamera 16. Bei dieser Ausgestaltung ist der Ziehstein 10 in einer drehbaren Aufnahme gelagert, die von einem Schrittmotor 22 in kleinen vorbestimmten Winkelschritten angetrieben wird. In dieser Ausführungsform wird vorzugsweise ein in seiner Leistung regelbarer Diodenlaser 14 mit einer Wellenlänge von 830 Nanometer eingesetzt, der durch eine geeignete Parallelisierungsoptik eine maximale Leuchtdichte von $1,2 \text{ W/cm}^2$ erreicht.

Die CCD-Zeilenkamera 16 wird hinter dem Ziehstein 10 so angeordnet, daß sie den Hauptstrahl (Intensitätsmaximum 0. Ordnung) der am Ziehstein 10 gebeugten Strahlen gerade nicht mehr erfassen kann.

Idealerweise dient die Blende 24 dazu, Streulichteinschlüsse insbesondere des Lasers abzuschirmen. Das Objektiv 26 (etwa in Form einer Sammellinse) ist zwischen Ziehhol 10 und CCD-Kamera 16 im Abstand der Brennweite des Objektivs vor der CCD-Kamera positioniert. Dadurch wird ein Fraunhofer-Beugungsbild des Ziehhol 10 auf der CCD-Kamera erzeugt. Im Ergebnis wird damit eine flexiblere Erfassung etwa unterschiedlicher Ziehsteindurchmesser ohne zeitaufwendiges Versetzen der CCD-Kamera ermöglicht.

Mögliche Brennweiten sind z.B. 50 mm und 100 mm für Ziehhole 12 mit einem Durchmesser von weniger als 100 Mikrometern. Die Zeilenkamera 16 erlaubt bei einer Arraylänge von 2048 Pixeln (Picture Elements) mit einer Pixelgröße von $13 \mu\text{m} \times 13 \mu\text{m}$ eine vollständige und genaue Erfassung des Beugungsbildes.

Wie in Fig. 2 gezeigt, werden die durch die Kamera 16 erfaßten Beugungssignale einem Prozessor 18 eines Rechners 28 zugeführt, gespeichert und weiterverarbeitet. Diese Signale werden einer inversen Fouriertransformation unterzogen und dienen zur Bestimmung des Durchmessers und der Ovalität des Ziehhol 12. Zum Zusammenhang von Beugung und Fouriertransformation wird auf "Hecht, Zajac: Optics, Addison-Wesley, Reading/MA, 1974, Seiten 411 - 414, 462 - 471" hingewiesen.

Die Qualitätssicherung in der Wolframdrahtherstellung spielt eine wichtige Rolle, um die Standzeit der teuren Ziehsteinsätze optimal auszunutzen. Sie kann dadurch verbessert werden, indem ein optisches Meß-

verfahren zur Klassifizierung von Ziehsteinen 10 zur Verfügung gestellt wird, das schnell und genau den Durchmesser und die Ovalität des Ziehhol 12 liefert.

Wurde bisher aufgrund des hohen Aufwandes nur ein Ziehhol (vorzugsweise dasjenige mit dem kleinsten Durchmesser) innerhalb eines Ziehsteinsatzes von beispielsweise acht Ziehsteinen beurteilt und für gut befunden, so traten dennoch oft deshalb Schäden auf, weil ein anderes Ziehhol nicht den Anforderungen (Durchmesser, Oberflächenbeschaffenheit) entsprach.

Eine vorteilhafte alternative Ausgestaltung der Erfindung, insbesondere der Auswertvorrichtung 28, besteht deshalb darin, daß mittels einer zusätzlichen Verarbeitung von Signalen innerhalb des Verfahrens eine Detektion von Ziehsteinschäden (z.B. Risse im Ziehstein 10 oder Ausbrüche an den Ziehholkanten) innerhalb einer Feinzugkaskade (sequentielle Anordnung von Ziehsteinen mit abnehmenden Durchmesser des Ziehhol 12) möglich ist. So werden die Beugungssignale pro Zeile gespeichert, um davon ausgehend ein zweidimensionales Beugungsbild zu erzeugen, indem der Ziehstein um seine Bohrungsachse gedreht wird.

Mit an sich bekannten Methoden der Bildverarbeitung und der Mustererkennung können dann zusätzlich in einem Schlußfolgerungssystem neben der Bestimmung des Durchmessers und der Ovalität (quantitative Gesichtspunkte) ebenfalls automatisch qualitative Merkmale (Güte etc.) "diagnostiziert" werden. Alternativ dazu können die erfaßten und bearbeiteten Signale über die Schnittstelleneinheit 30 auch direkt an den Benutzer weitergegeben werden, um diese einer nicht vom Verfahren und der Vorrichtung unterstützten (qualitativen) Beurteilung durch das Personal zu unterziehen. Diese halbautomatische Beurteilung birgt den Vorteil, daß bei Bedarf stets das Erfahrungswissen des Personals mit einfließen kann.

Wie Fig. 1 zeigt, umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung einen Rechner 28 mit einer Schnittstelleneinheit 30. Das Steuerwerk des Rechners 28 steuert den Schrittmotor 22 in Abhängigkeit von der Anzahl der aufgenommenen Winkelzeilen; die Anzahl der Winkelzeilen beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 22. Weiterhin steuert das Steuerwerk des Rechners 28 die Belichtungseinstellung der Kamera 16.

Für eine möglichst hohe Signaldynamik wird die Belichtung automatisch pro Zeilenabtastung in an sich bekannter Weise eingestellt. Eine Auswertvorrichtung, die im Rechner 28 insbesondere durch mindestens eine Bildverarbeitungskarte und ein entsprechenden Softwaremodul gebildet ist, empfängt Daten vom Laser 14 (Laserfrequenz), vom Schrittmotor 22 (Drehstellung des Ziehsteins 10) und die Beugungssignale der Kamera 16 als Zeileninformation, aus denen die Ortsfrequenzen ermittelt und der Durchmesser iterativ pro Winkelzeile für den gesamten Umfang des Ziehhol 12 bestimmt wird.

Fig. 3 zeigt einen Intensitätsverlauf des Beugungssignales. Dabei ist eine durch den Mittelpunkt des Ziehhol 12 gehende Zeile des Ziehsteins 10 von der

Kamera 16 erfaßt. Der Verlauf der Kurve, aufgetragen über den Ort (hier durch Pixel-Nummern symbolisiert), gibt Aufschluß über die Beschaffenheit des Ziehhol 12 auf dieser Zeile.

Bei etwa 100 bis 200 Winkelzeilen, je nach gewünschter Feinheit, werden die 100 bis 200 Intensitätsverläufe durch den Rechner 28 wieder zu einem Bild integriert und ermöglichen eine Gesamtaussage über das Ziehhol 12.

Fig. 4 und 5 zeigen jeweils ein Beugungsbild in Grauwertdarstellung, das mit einer Flächenkamera erfaßt wurde. Der Intensitätsverlauf des Beugungssignales läßt sich an der unterschiedlichen Schattierung der Ringe erkennen. Alternativ zur oben erwähnten Zeilenkamera erfaßt die Flächenkamera beide Dimensionen des Beugungsbildes in einem Meßdurchgang, hat jedoch den Nachteil, daß sie weniger genau erfassen kann als die Zeilenkamera.

Deshalb ist es eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung, den Ziehstein 10 über beispielsweise 100 Winkelschritte zu drehen und pro Winkelschritt jeweils eine hochaufgelöste Winkelzeile zu erfassen.

In der Praxis der Drahtherstellung wird, wie in der Beschreibungseinleitung bereits erwähnt, meistens ein Satz aus mehreren sequentiell angeordneten Ziehsteinen 10, eine Feinzugkaskade, verwendet, wobei eine bestimmte Durchmesserreduktion von Ziehstein 10 zu Ziehstein 10 festgelegt ist. Je gleichmäßiger die Querschnittsveränderung von Ziehstein zu Ziehstein ist, um so länger sind die Standzeiten für den kompletten Ziehsteinsatz und um so besser ist die erzeugte Drahtqualität. Bei einem zu hohen Verformungsgrad des Drahts steigt z.B. die Versprödungsgefahr des Drahtes. Aus diesem Grund sind die Abstufungen der Ziehsteine 10 untereinander besonders wichtig. Dafür ist es notwendig, alle Ziehsteine 10 eines Satzes zu beurteilen. Eine stichprobenartige Beurteilung reicht nicht aus, denn liegt beispielsweise ein Ziehhol 12 an der oberen Grenze des Toleranzbereiches, so muß sein Nachfolger ebenfalls an der oberen Toleranzgrenze liegen, damit der prozentuale Verformungsgrad von Ziehhol 12 zu Ziehhol 12 möglichst konstant bleibt.

Für die Zusammenstellung eines optimalen Ziehsteinsatzes ist der Vergleich der einzelnen Messungen untereinander erforderlich. Dies wird mit einer vorteilhaften Alternativlösung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt wird (nicht gezeigt), mit der ein Satz von Ziehsteinen 10 unter Berücksichtigung der Einzelbeurteilungen der jeweils ihn aufbauenden Ziehsteine 10 und der erforderlichen relativen Durchmesserreduktion beurteilt werden kann. Diese beispielsweise karussellartige Vorrichtung bietet also die Möglichkeit, den gesamten Satz von z.B. acht Ziehsteinen 10 in der Vorrichtung anzuordnen, die dort nacheinander mittels Durchtaktung beurteilt werden. Nach Ausführung des Verfahrens auf den gesamten Satz von Ziehsteinen kann man ein beurteilendes Ergebnis über diesen erhalten. Dadurch wird erreicht,

daß die Qualität der gesamten Drahtherstellung verbessert und gesichert wird.

Eine weitere Variante zur Erhöhung des Durchsatzes kann hierbei eine Vorrichtung mit mehreren gleichzeitig aktiven Meßplätzen (Sende- und Erfassungseinrichtungen) darstellen.

Positiv bei der vorgestellten Lösung der Aufgabe ist es, daß das Verfahren nicht auf ein bestimmtes Material des Ziehsteins 10 oder dessen Innenoberfläche festgelegt ist. So können beispielsweise auch Ziehsteine 10 aus Hartmetall beurteilt werden.

Weiterhin ergibt sich der für die Praxis der Drahtherstellung wesentliche Vorteil, daß mit lediglich einem Verfahren, dem erfindungsgemäßen Erfassen der Beugungssignale, eine Riß- und Sprungerkennung des Ziehsteins 10 sichergestellt ist, was eine qualitative Grobklassifikation des Ziehsteins 10 aufgrund des spezifischen Beugungsbildes erlaubt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Beurteilung einer Bohrung (12) innerhalb eines Ziehsteins (10), der zum Ziehen von Feindrähten, insbesondere von Wolframdrähten dient, nach quantitativen (z.B. Durchmesser, Ovalität) und/oder qualitativen Gesichtspunkten (z.B. Ziehsteinschäden durch Riefen, Rauheit, Sprünge), gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte a) - d):

- a) Aussenden eines Laserstrahls auf die Bohrung im Ziehstein (10),
- b) Erzeugen eines Beugungsbildes durch Beugung des Laserstrahls im Ziehstein (10),
- c) Erfassen mindestens eines Teiles des Beugungsbildes der gebeugten Laserstrahlung und Erzeugen von Signalen, die das erfaßte Beugungsbild definieren,
- d) Auswerten des Beugungsbildes durch Transformation der Signale des Beugungsbildes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswerten des Beugungsbildes durch Vergleich der erzeugten Signale des erfaßten Beugungsbildes mit Signalen eines Referenzbeugungsbildes erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfahrensschritte des Erfassens und Auswertens auf mehrere Ziehsteine (10) angewendet werden, wobei relative Durchmesserabstufungen und Toleranzen der einzelnen Ziehsteine (10) erfaßt und untereinander in Beziehung gesetzt werden.

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl beim Aussenden in axialer Rich-

tung im wesentlichen auf den Mittelpunkt der zylindrischen Bohrung (12) gerichtet ist.

5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Erfassen mindestens eines Teils des Beugungsbildes zeilenweise ausgeführt und der Ziehstein (10) in vorbestimmten Winkelschritten über 360° um seine Bohrungsachse rotiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswerten des Beugungsbildes durch Vergleich der zeilenweise erfaßten Signale iterativ für jede erfaßte Winkelzeile erfolgt, bis alle Signale des Beugungsbildes ausgewertet sind.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Verfahren generierte Daten mittels eines Software-Programms verarbeitet werden.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Daten einem Filtervorgang und anschließend einer inversen Fourier-Transformation unterzogen wird.

9. Vorrichtung zur optischen Beurteilung einer Bohrung (12) innerhalb eines Ziehsteins (10), der zum Ziehen von Feindrähten, insbesondere von Wolframdrähten dient, nach quantitativen (z.B. Durchmesser, Ovalität) und/oder qualitativen Gesichtspunkten (z.B. Ziehsteinschäden durch Riefen, Rauheit, Sprünge), gekennzeichnet durch:

- a) einen Laser (14), dessen Strahl auf die Bohrung des Ziehsteins (10) gerichtet ist,
- c) eine Auswertevorrichtung (28) zum Auswerten des Beugungsbildes durch Transformation der Signale des Beugungsbildes.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertevorrichtung (28) in der Weise ausgestaltet ist, daß das Auswerten des Beugungsbildes durch Vergleich der erzeugten Signale des erfaßten Beugungsbildes mit Signalen eines Referenzbeugungsbildes erfolgt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertevorrichtung (18) in der Weise ausgestaltet ist, daß die erzeugten Signale automatisch oder halbautomatisch beurteilt werden.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser (14) ein Diodenlaser mit einer Wellenlänge von 830 nm ist.

13. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung (14) eine CCD-Kamera ist.
14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ziehstein (10) in einer Aufnahme (20) drehbar gelagert ist. 5
15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertvorrichtung (28) ein Steuerwerk aufweist, dem ein Steuerprogramm zugeordnet ist, das das Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 definiert. 10 15
16. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerung des Ziehsteins (10) in der Aufnahme (20) steuerbar ist. 20
17. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Aufnahmevorrichtung für mehrere Ziehsteine (10) umfaßt. 25
18. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Ziehstein (10) mindestens im Bereich der zylindrischen Bohrung (12) mit einem lichtundurchlässigen Material beschichtet ist. 30

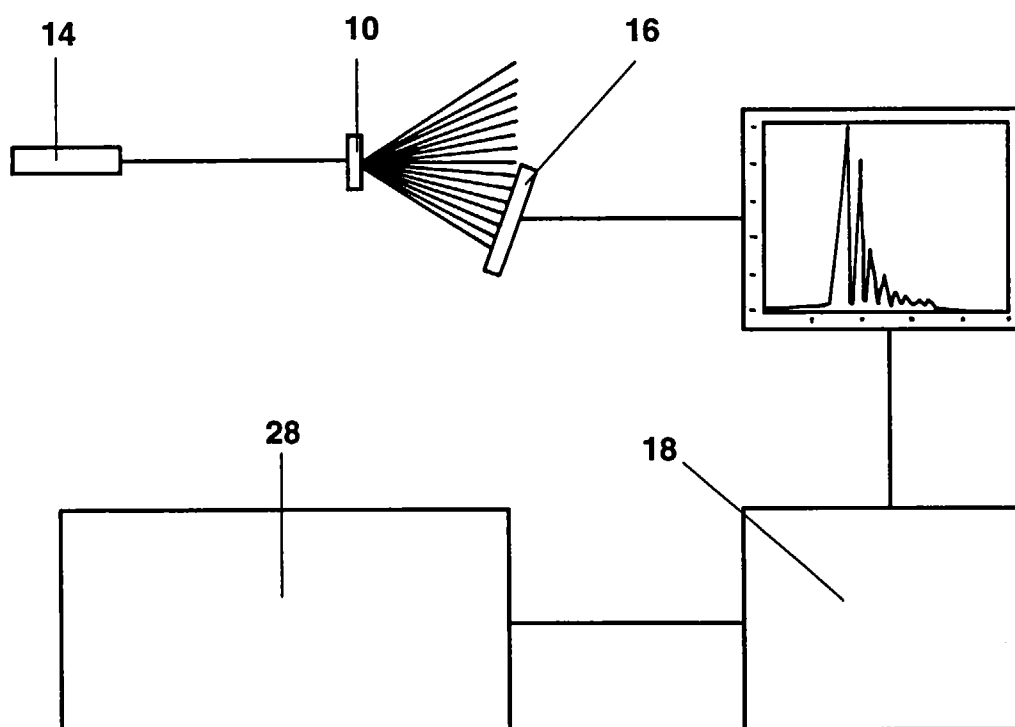
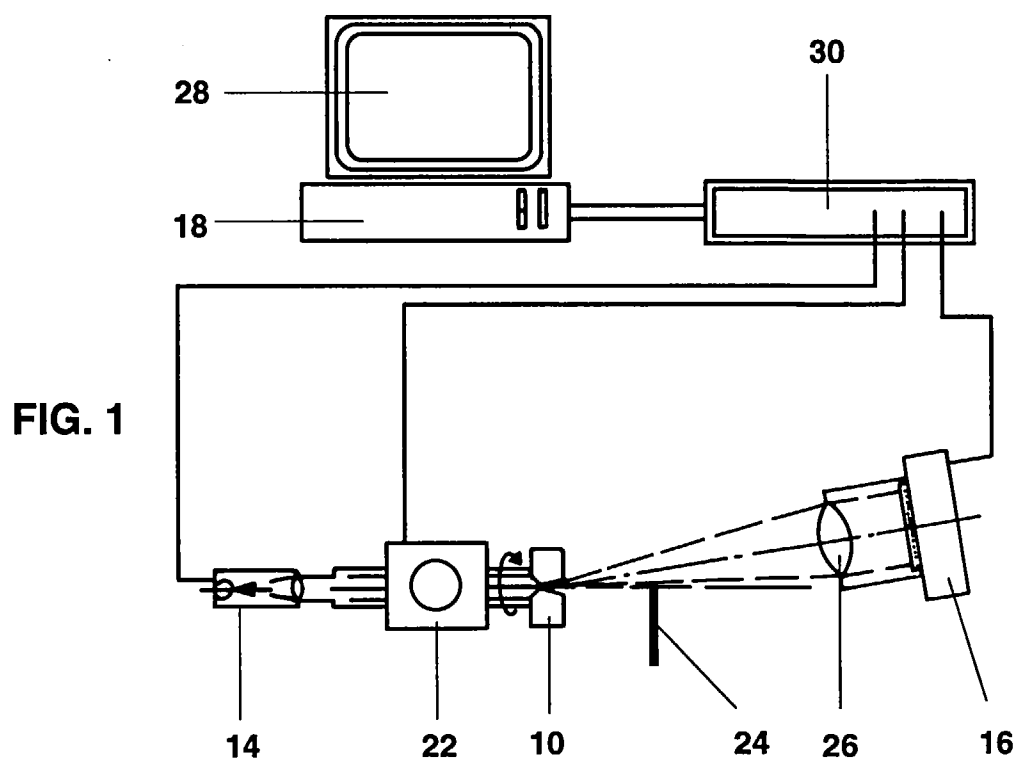
35

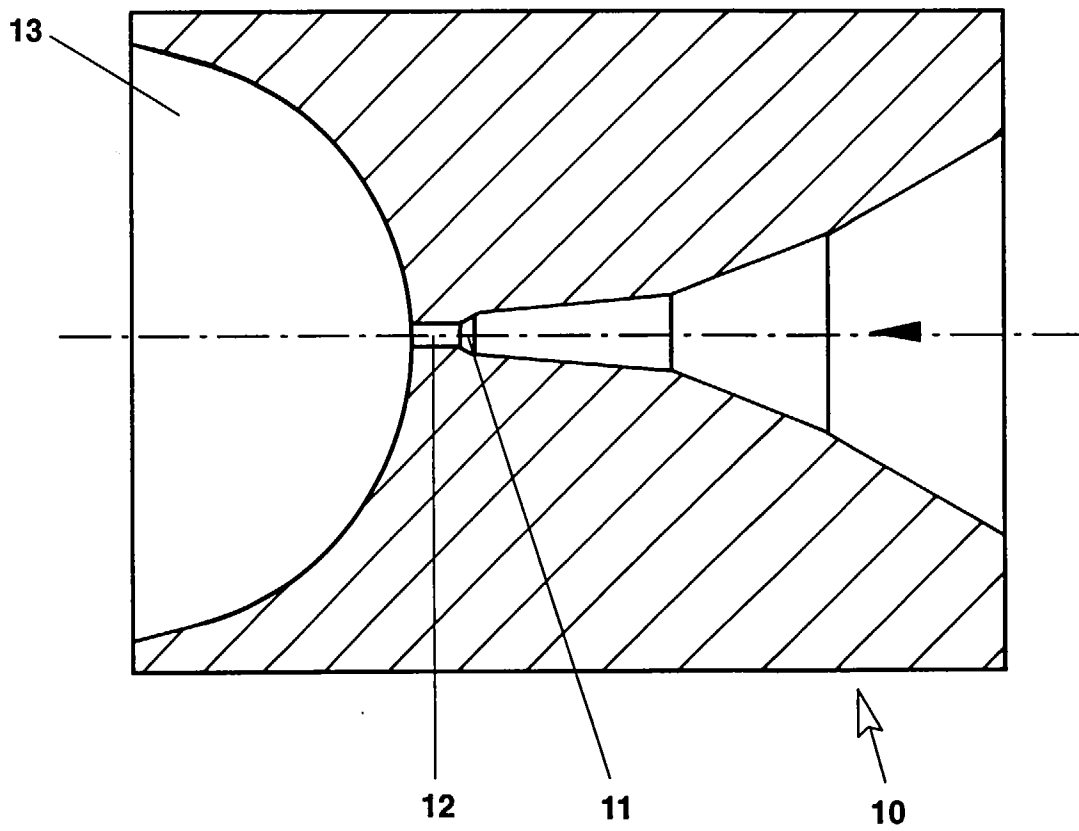
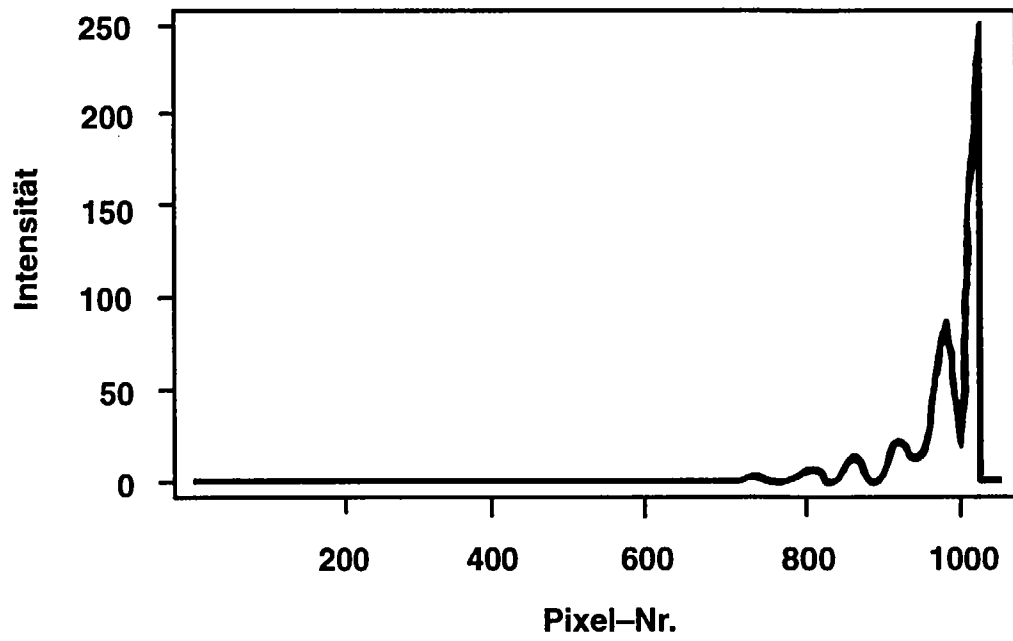
40

45

50

55





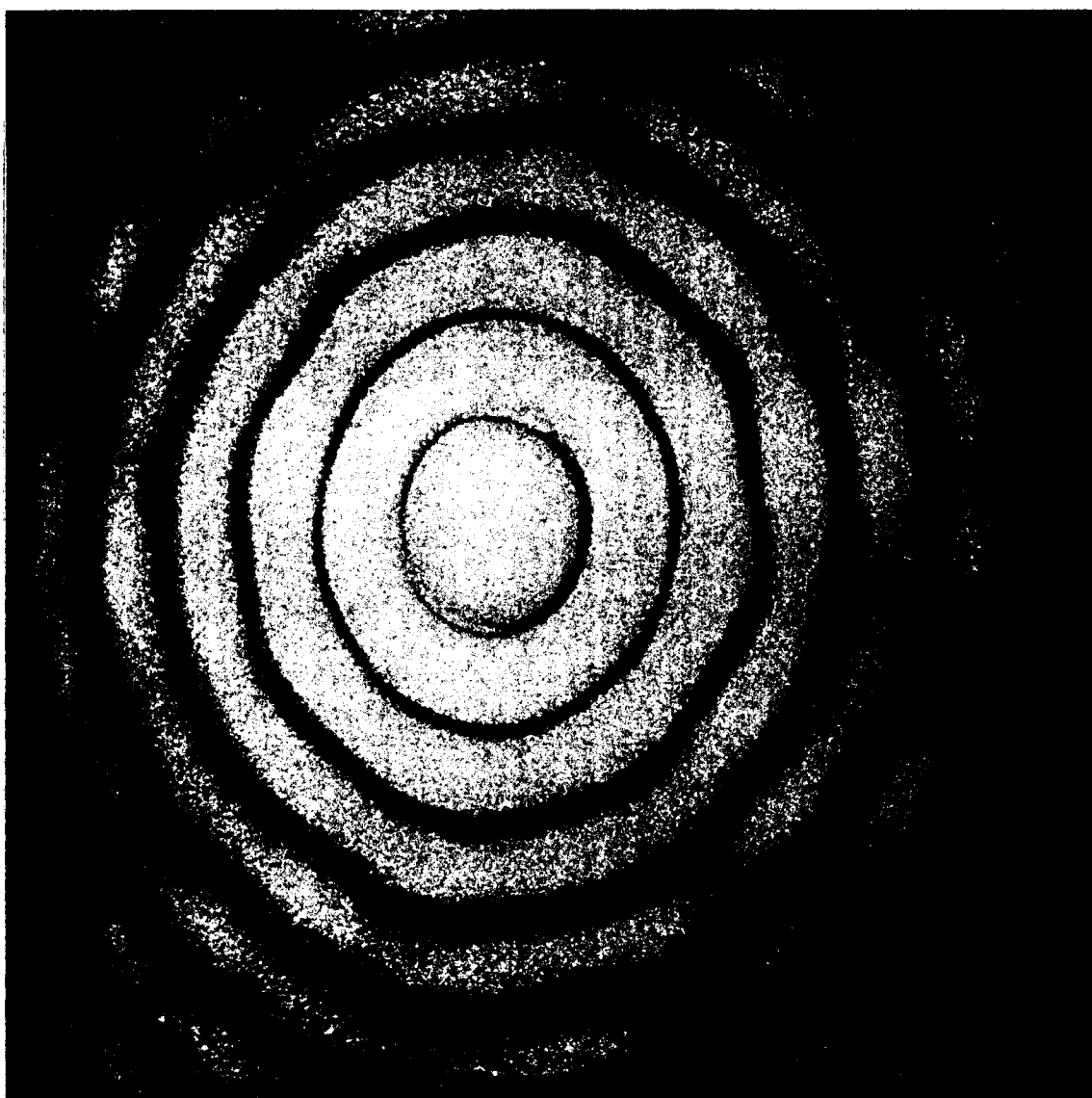


Fig. 4

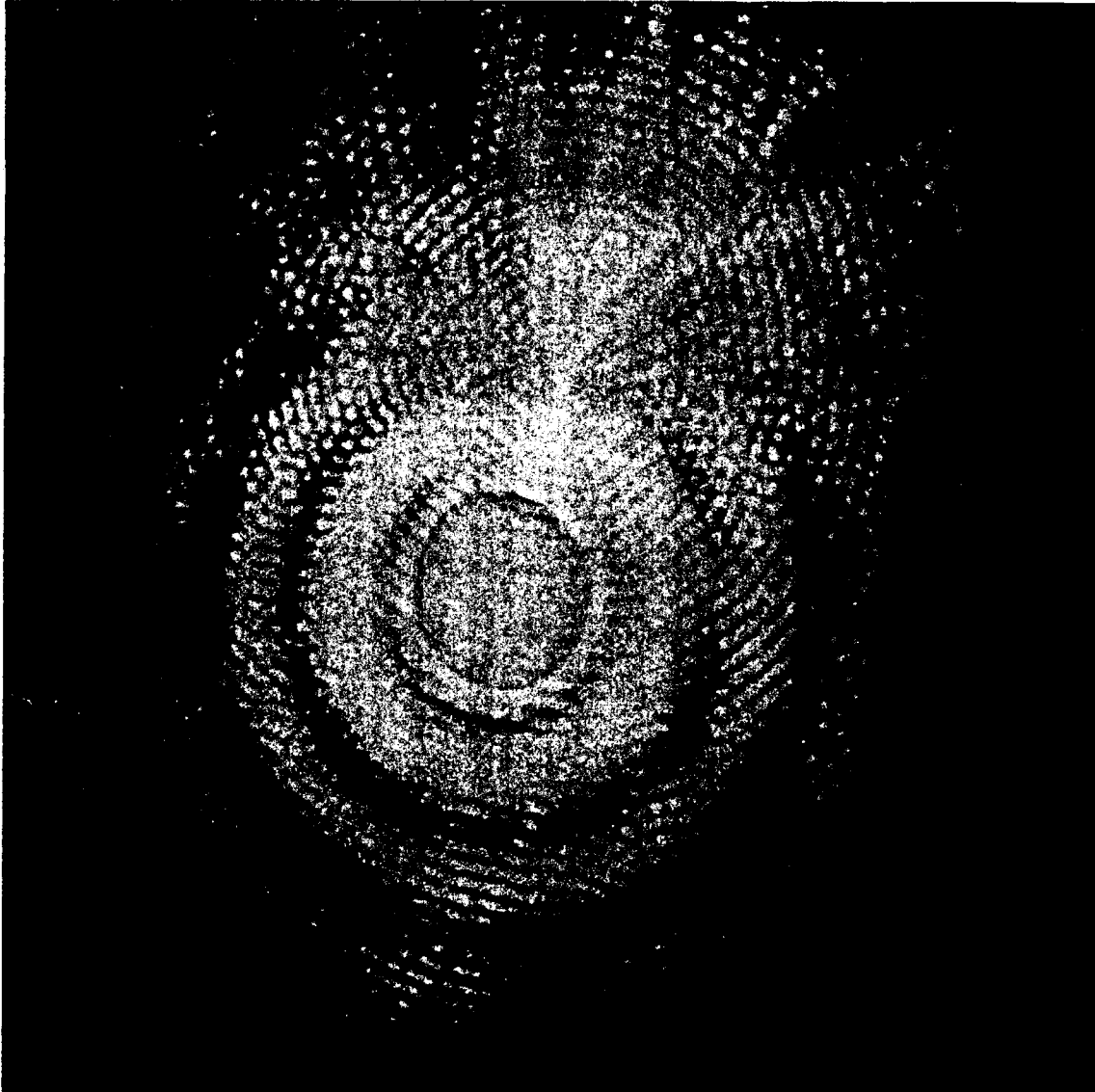


Fig. 5