



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 024 318 A1** 2008.12.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 024 318.0**

(22) Anmeldetag: **24.05.2007**

(43) Offenlegungstag: **04.12.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B26D 3/08** (2006.01)

B26D 5/30 (2006.01)

B60R 21/215 (2006.01)

(71) Anmelder:

**KraussMaffei Technologies GmbH, 80997
München, DE**

(72) Erfinder:

Schüppstuhl, Thorsten, Dr., 44139 Dortmund, DE

(74) Vertreter:

**Zollner, R., Dipl.-Phys. Univ., Pat.-Anw., 85551
Kirchheim**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE10 2006 034287 B3

US 46 24 169

JP 02-2 21 134 A

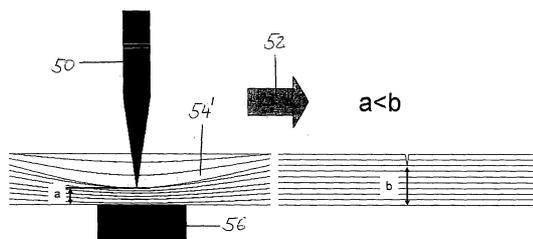
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Schwächen eines Werkstücks**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Schwächen eines Werkstückes mit einem Werkzeug. Dabei ist das Werkstück zwischen dem Werkzeug und einem Auflager angeordnet und wird durch relatives Bewegen von Werkstück zum Werkzeug geschwächt.

Um den Zustand des Werkzeugs, die Materialbeschaffenheit des Werkstücks und/oder die tatsächliche Schwächungstiefe erfassen zu können, wird vorgeschlagen, die Kraft, mit der das Werkzeug gegen das Werkstück drückt, zu ermitteln, die ermittelte Kraft mit einem vorgegebenen Kraftwert zu vergleichen und auf der Basis des Vergleichs eine Information zu erzeugen, die angibt, ob sich die ermittelte Kraft innerhalb vorgegebener Grenzen zum vorgegebenen Kraftwert befindet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schwächen eines Werkstücks mit einem Werkzeug gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 3 und 8.

[0002] Für bestimmte Anwendungsbereiche ist es erforderlich, in Werkstücken, beispielsweise in flächigen Elementen, Schwächungsschnitte einzubringen. Diese können beispielsweise eine Sollbruchstelle definieren. Ein Anwendungsbereich ist bei der Herstellung von Armaturenbrethern mit einem integrierten Airbag im Kraftfahrzeugbereich gegeben. Beim Auslösen des Airbags wird das Armaturenbrett an den Schwächungsstellen aufgebrochen, so dass der Airbag austreten kann. Unter den in der vorliegenden Anmeldung verwendeten Begrifflichkeiten wie Werkstück, Folie, Haut etc. sind zumeist flächige Werkstücke zu verstehen, bei denen es Ziel ist, das Material an einer Seite so einzuschneiden, dass mit einer definierten Restwandstärke unabhängig von ggf. örtlich schwankenden Gesamtwandstärken sowie Toleranzen eine vorgegebene Schwächung entsteht. Auf der anderen Seite des Produktes ist diese Materialschwächung in der Regel nicht zu erkennen. Gerade bei der Einbringung von Schwächungsschnitten in Automobil-Armaturenbrethern mit integrierten Airbags, die als Sicherheitsbauteile anzusehen sind, ist eine hohe Genauigkeit des Schnittes bzw. der Restwandstärke von signifikanter Bedeutung.

[0003] Eine bekannte Vorrichtung zur Einbringung solcher Schwächungsschnitte ist beispielsweise der DE 10 2006 034 287 zu entnehmen. Darin ist eine Vorrichtung beschrieben, bei der mit einer Schneidvorrichtung, beispielsweise einem Schneidmesser, ein Werkstück entlang einer vorgegebenen Linie eingeschnitten wird. Dabei stützt sich das Werkstück gegen einen Auflagetisch bzw. ein Auflager ab. Die Schwächung wird insbesondere durch die relative Bewegung des Schneidmessers und der definierten Beabstandung der Spitze des Schneidmessers zum Auflagetisch oder Auflager erreicht.

[0004] Damit die vorgegebene Restwandstärke bei der Schwächung genau eingehalten werden kann, ist in der DE 10 2006 034 287 eine Einrichtung vorgesehen, mit welcher der Abstand zwischen dem Schneidmesser und dem Auflager in Richtung der Schneidachse konstant ausbildbar ist.

[0005] Es hat sich jedoch bei der Schwächung insbesondere von flexibleren Materialien herausgestellt, dass auch durch eine genaue Einstellung des Abstandes von Schneidmesserspitze zum Auflager keine genaue Restwandstärke in gewünschter Weise sichergestellt werden kann. Beim Schwächen von vergleichsweise unflexiblen Materialien entspricht der Abstand zwischen der Werkzeugspitze und einem

Werkstück-Gegenlager (nachfolgend auch „Auflager“ genannt) nahezu identisch der resultierenden Restmaterialstärke. Dies ist beispielsweise in [Fig. 3](#) dargestellt. So taucht bei einem unflexiblen Material das Schneidwerkzeug **50** in das Werkstück ein, und zwar so weit, dass dessen Spitze um den Abstand a von dem Auflager **56** beabstandet ist. Nach dem Zurückziehen des Werkzeugs stellt man fest, dass dieser Abstand a auch gleichzeitig der Restmaterialstärke entspricht.

[0006] Mit ansteigender Flexibilität, Kompressibilität bzw. Elastizität des zu schwächenden oder schneidenden Materials wird dieses jedoch durch die wirkenden Bearbeitungskräfte unter dem Werkzeug elastisch deformiert und komprimiert. Dieser Vorgang ist in [Fig. 4](#), linker Teil, dargestellt. Wiederum ist die Werkzeugspitze einen Abstand a vom Auflager **56** entfernt. Die resultierende Restwandstärke b nach Entfernen des Werkzeugs **50** liegt jedoch über dem eigentlich eingestellten Abstand a , so dass die tatsächliche Restwandstärke b von der geforderten Restwandstärke a abweicht.

[0007] Um die geforderte Restwandstärke zu erhalten, wird der einzustellende Abstand zwischen der Werkzeugspitze und dem Auflager derzeit durch Versuche ermittelt, bis das gewünschte Ergebnis vorliegt. Insbesondere kann die in der DE 10 2006 034 287 angegebene Einstellung des Abstandes von Werkzeugspitze und Gegenlager Kompressionseffekte weder erfassen noch ausgleichen.

[0008] Die Komprimierung eines elastischen Werkstücks hängt dabei von der Gesamtdicke und den Materialeigenschaften, wie der Materialhärte, ab, sowie insbesondere auch von einem etwaigen Werkzeugverschleiß.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine eingangs genannte Vorrichtung bzw. ein eingangs genanntes Verfahren anzugeben, bei der die gewünschte Schwächung bzw. eine vorgegebene Restwandstärke genau hergestellt werden können.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1, 3 und 8 angegebenen Merkmale teilweise verfahrensmäßig, teilweise vorrichtungsmäßig gelöst.

[0011] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Schwankungen in Materialdicke, Materialeigenschaften oder ein zunehmender Werkzeugverschleiß unmittelbar auf die auftretenden Kräfte zwischen Werkzeug und Werkstück auswirken. In Abhängigkeit von der Materialdicke, der Materialeigenschaft, den Prozessparametern (insbesondere Vorschubgeschwindigkeit) und dem Werkzeugverschleiß wird nämlich das Werkstück mehr oder weniger unter dem Werkzeug komprimiert und bildet ab-

hängig davon eine bestimmte Restwandstärke aus. Die oben genannten Einflussgrößen können mit Ausnahme des Werkzeugverschleißes nahezu konstant gehalten werden. Hinsichtlich eines unterschiedlichen verschlissenen Werkzeuges wurde festgestellt, dass sich die Kräfte und die resultierende Restwandstärke bei ansonsten unveränderten Bedingungen deutlich ändern. Dies geht aus [Fig. 5](#) hervor, in welcher der Unterschied in der Kraft, die zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück wirken, bei einem neuen Werkzeug einerseits und einem alten Werkzeug andererseits, zu erkennen ist. Die Kraft bei einem neuen Werkzeug liegt bei diesem Beispiel im Bereich von 1,5 bis 2 N. Die Kraft bei einem alten Werkzeug ist mehr als doppelt so hoch wie die Kraft beim neuen Werkzeug und bewegt sich zwischen 4 und 5,5 N.

[0012] Ein Gedanke der vorliegenden Erfindung ist daher darin zu sehen, dass durch die Integration eines Kraft- oder Drucksensors zur kontinuierlichen oder diskreten Erfassung der wirkenden Prozesskräfte zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück oder dem Werkzeug und dem Gegenlager eine Aussage über eine Veränderung in der Materialdicke, der Materialeigenschaften und/oder einem Werkzeugverschleiß getroffen werden kann.

[0013] So wird gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens die Kraft ermittelt, mit der das Werkzeug beispielsweise beim Schwächungs- oder Schneidvorgang gegen das Werkstück drückt. Diese Kraft wird mit einer vorgegebenen Kraft verglichen, und auf dieser Basis kann eine Information erzeugt werden, die angibt, ob die so ermittelte Kraft innerhalb vorgegebener Grenzen zu einem vorgegebenen Kraftwert liegt. Aus dieser Aussage kann man in der Regel ableiten, ob der gerade durchgeführte Prozessschritt in Ordnung ist oder eine Störung oder Abnormalität vorliegt.

[0014] Die ermittelten Informationen können beispielsweise für einen Bediener sichtbar gemacht werden, so dass das Bedienpersonal diese Informationen überprüfen kann. Alternativ ist es auch möglich, diese Informationen einer Regel- und Steuereinrichtung zur Verfügung zu stellen, die in Abhängigkeit davon die Tiefeneinstellung des Werkzeugs regelt oder angibt, wann ein Werkzeug zu erneuern ist. Ist sichergestellt, dass sich die Materialdicke und Materialeigenschaft nicht verändert hat, und kann auf einen Werkzeugverschleiß geschlossen werden, so muss das Werkzeug eventuell zur Erreichung der gleichen Restwandstärke etwas weiter in das Werkstück verfahren werden.

[0015] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Druck- oder Kraftsensor für eine taktile Vermessung der erzeugten Restwandstärke einzusetzen. So kann zum Beispiel aus einer Schneidposition heraus, bei

relativ zum Werkzeug festem Werkstück, das Werkzeug in axialer Richtung herausgezogen werden, und zwar so weit, bis gerade keine Axialkraft mehr auf das Werkzeug einwirkt und das Werkstück durch das Werkzeug nicht mehr elastisch deformiert ist. Mit anderen Worten wird der Abstand zwischen Auflager und Werkzeugspitze bis zu diesem Punkt vergrößert. Ist dieser Punkt erreicht, so hat man nun einen Abstand der Werkzeugspitze zum Auflager erreicht, der die tatsächliche Restwandstärke angibt (Abstand: Auflager zu Werkzeugspitze). Mathematisch ausgedrückt, addiert sich zu der Schnitttiefe s_1 noch der Weg ds hinzu, um den das Werkzeug verfahren wird und um den sich das Material entspannt, was dann zur Restwandstärke führt.

[0016] Um die Genauigkeit der Messung zu erhöhen, kann man das Verfahren zudem noch in umgekehrter Richtung wiederholen, d. h. das Werkzeug wird von dem Punkt, ab dem keine Kraft von dem Werkstück auf das Werkzeug einwirkt, in Richtung des Schnittgrundes verfahren, wobei das Kraft- oder Drucksignal kontinuierlich oder diskret erfasst wird.

[0017] All diese Verfahrenspositionen können auch über Bewegungsdokumentationen des Roboters sowie andere aktive Bewegungselemente festgehalten oder gespeichert und sowohl auf Seiten des Werkzeugs wie auch auf Seiten des Gegenhalters abgerufen werden.

[0018] Generell können dabei Kräfte oder Drücke gemessen werden. Insgesamt ist es lediglich erforderlich, die Prozesskräfte zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück oder auf das Werkzeug zu kennen. Überdies wird bei der Ermittlung der Prozesskräfte oder -drücke in der Regel in Richtung der Schneidachse gemessen. Es ist jedoch auch möglich, die Kraft auf das Werkzeug während des Verfahrens von Werkstück und Werkzeug parallel zur Verfahrrichtung zu messen. Damit kann man über die Messergeometrie unmittelbar Rückschlüsse über den Verschleißzustand des Werkzeugs, insbesondere im Vergleich mit früheren Daten, ziehen.

[0019] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand verschiedener Ausführungsbeispiele genauer angegeben und mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

[0020] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schneidwerkzeugs gemäß einer ersten Ausführungsform,

[0021] [Fig. 2](#) eine schematische Detaildarstellung eines Schneidwerkzeugs gemäß dem Stand der Technik,

[0022] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung eines

in ein unflexibles Werkstück eindringenden Werkzeugs,

[0023] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung eines in ein flexibles Werkstück eindringenden Werkzeugs,

[0024] [Fig. 5](#) eine graphische Darstellung, in welcher der Kraftunterschied zwischen einem teilweise verschlissenen und einem neuen Werkzeug hinsichtlich der Kraft auf das Werkstück dargestellt ist,

[0025] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung des Eintauchens eines Werkzeugs in ein Werkstück, anhand derer das erfindungsgemäße Verfahren erläutert wird,

[0026] [Fig. 7](#) eine graphische Darstellung, welche die Kraftveränderung über den Weg darstellt,

[0027] [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung des Eintauchens eines Werkzeugs in ein Werkstück, anhand derer ein weiterer Verfahrensaspekt der vorliegenden Erfindung erläutert wird,

[0028] [Fig. 9](#) eine weitere graphische Darstellung, welche die Kraftverhältnisse hinsichtlich des Eintauchens in ein Werkzeug darstellt,

[0029] [Fig. 10](#) eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schneidwerkzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung und

[0030] [Fig. 11](#) eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schneidwerkzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0031] In [Fig. 1](#) ist in schematischer Darstellung ein Schneidwerkzeug **10** zur Schwächung von Kunststoffhäuten und ähnlichen flächigen Werkstücken schematisch dargestellt.

[0032] Das Schneidwerkzeug **10** umfasst bei dieser Ausführungsform einen U-förmigen Bügel **12**, der an seiner rechten Seite geöffnet ist. Am oberen Schenkel des U-förmigen Bügels **12** ist ein Schneidmesser **20** angeordnet, das in Richtung einer Schneidachse **22** ausgerichtet ist. Am gegenüberliegenden Schenkel und gegenüberliegend dem Schneidmesser **20** ist ein Auflager mit einer in einem Gegenhalter **16** rollend aufgenommenen Kugel **18** und einer zwischen dem Gegenhalter **16** und dem Bügelschenkel vorgesehenen Kraftmessdose **14** angeordnet. Alternativ kann die Kraftmessdose auch zwischen Messer und Bügel eingebaut werden. Dann lässt sich nämlich die auf das Werkstück einwirkende Kraft unmittelbar bestimmen. Dabei kann sich der Gegenhalter **16** gegenüber der Kraftmessdose in Schneidachsenrichtung bewegen.

[0033] Der Bügel **12** besitzt im linken Bereich eine Abstützlasche, die über eine Spiralfeder **26** mit einem Abstützblock **28** verbunden ist. Der Bügel **12** kann sich so federbelastet gegenüber dem Abstützblock **28** bewegen. Alternativ kann auch die Eigenelastizität des Werkstücks zum Toleranzausgleich für die Werkzeugbewegung genutzt werden.

[0034] Ein zu schwächendes Werkstück **32** ist auf einem Auflagetisch **30** angeordnet, der an seiner Unterseite auf der rollfähigen Kugel **18** aufliegt. Über die axial vorgespannte Verschiebeeinheit (**24**, **26**, **28**) des Werkzeuges wird gewährleistet, dass die Kugel kontinuierlich am Auflagetisch anliegt.

[0035] Durch Relativbewegung des Schneidwerkzeugs **20** gegenüber dem auf dem Auflagetisch **30** angeordneten Werkstück **32** bei in das Werkstück verfahrenem Schneidmesser **22** ergibt sich der gewünschte Schwächungsschnitt, der vorliegend dadurch dargestellt ist, dass in der Schnittdarstellung der [Fig. 1](#) bezüglich des Werkstücks das Material in Richtung nach dem Schneidmesser **22** fehlt.

[0036] Der Auflagetisch besitzt eine Dicke, die mit dem Bezugszeichen **36** gekennzeichnet ist. Die Restwandstärke des Materials nach dem Schwächungsschnitt ergibt sich aus dem Gesamtabstand der Werkzeugspitze von dem oberen Ende der Kugel **18** minus der konstanten oder wegabhängig bekannten Auflagetischdicke.

[0037] Über die Kraftmessdose kann die Kraft ermittelt und an eine Auswerte- oder Regel- und Steuereinheit übermittelt werden. Die Kraftmessdose ermittelt die Kraft, mit welcher das Schneidmesser **20** auf das Werkstück drückt. Diese Kraft hängt von der Materialdicke, der Materialbeschaffenheit, den Prozessparametern aber auch dem Verschleißzustand des Werkzeugs ab.

[0038] In [Fig. 2](#) ist ausschnittsweise eine Vorrichtung aus dem Stand der Technik gezeigt, wobei nunmehr eine aktive Verstellung des Schneidmessers **20'** gegenüber dem Auflagetisch **30'** mittels eines motorischen Antriebs möglich ist. Diese Verstellung wird mittels des elektrischen Antriebsmotors **25** erreicht, der eine Stellspindel **27** beaufschlagt. Das so dargestellte Schneidwerkzeug **10'** lässt sich also hinsichtlich des Abstandes der Spitze des Werkzeugs **20'** gegenüber dem Auflagetisch **30'** (Bezugszeichen **37**) bzw. der Schnitttiefe (Bezugszeichen **39**) genau einstellen, wobei die Gesamtmaterialstärke durch das Bezugszeichen **40** definiert ist. Allerdings ist diese Einstellung, wie eingangs klargemacht wurde, nur bei relativ harten und unflexiblen bzw. unelastischen Materialien ohne weiteres genau möglich. In erfindungsgemäßer Weise kann man diese Ausführungsform ändern, wenn man im Bereich zwischen der Schneidmesser-Spitze und der (nicht dargestellten) Halte-

rung eine Kraftmesseinrichtung einbaut.

[0039] Der Schneideffekt bei einem harten und unelastischen Material ist in [Fig. 3](#) deutlich zu sehen, gemäß der bei einem solchen unflexiblen Material **54** die Restwandstärke a (rechte Seite der [Fig. 3](#)) im Wesentlichen dem Abstand der Spitze des Schneidmessers **50** zum Auflager **56** entspricht.

[0040] Bei einem elastischen Werkstück wird dieses unter dem Messer oder dem sonst verwendeten Werkzeug zusammengedrückt und verformt sich dadurch, so dass der Abstand zwischen der Spitze des Werkzeugs **50** und dem Auflager **56** (hier mit „a“ in linker Seite von [Fig. 4](#) bezeichnet) nicht der Restwandstärke (Bezugszeichen „b“ in [Fig. 4](#) rechte Seite) entspricht. Vielmehr ist die Restwandstärke b größer als der vorher eingestellte Abstand der Schneidmesserspitze zum Auflager **56**.

[0041] Um die tatsächliche Restwandstärke zu ermitteln, wird – wie in [Fig. 6](#) dargestellt ist – von einer Schneidposition aus gestartet, die auf der linken Seite abgebildet ist. In dieser Position, welche die normale Schneidposition darstellt, bei der das Werkstück **54'** relativ zu dem Werkzeug **50** verfahren wird, ist die Spitze des Werkzeugs **50** mit einem Abstand s_1 zum Auflager **56** eingestellt. Dabei wirkt durch die Kompression des Werkstücks eine Kraft zwischen dem Werkzeug **50** und dem Werkstück **54'**, die sich auch auf das Auflager **56** überträgt und von dem Kraftsensor **58** ermittelt werden kann.

[0042] Zum Feststellen der tatsächlichen Restwandstärke wird die relative Schnittbewegung zwischen Werkstück **54'** und Werkzeug **50** zunächst beendet. Sodann wird das Werkzeug **50** entgegen seiner Schneidachse (vgl. Pfeil in [Fig. 6](#), rechte Seite) aus dem Werkstück um eine Strecke ds_1 herausgezogen, und zwar so weit, bis der Kraftsensor **58** keine weitere Kraftänderung bei einem weiteren Herausziehen des Werkzeugs aus dem Werkstück mehr feststellen kann. Ändert sich bei einem weiteren Herausziehen des Werkzeugs der Kraftwert nicht mehr, so ist dies der Punkt, an dem keine Kompression des Materials mehr vorliegt und der Abstand zwischen der Spitze des Schneidwerkzeugs und dem Auflager gibt nun die Restwandstärke an. Dies ist auch aus dem Graphen der [Fig. 7](#) ersichtlich. Dabei markieren s_1 den Abstand zwischen Schneidmesserspitze und Auflager beim Schwächungsvorgang und s_2 die tatsächliche Restwanddicke; ds_1 gibt das Ausmaß an, in dem das Material komprimiert wurden. Im Graphen der [Fig. 7](#) ist auch ohne weiteres zu erkennen, dass die Kraft auf den Kraftsensor beim Herausziehen des Werkzeugs aus dem Werkstück (vgl. Pfeilrichtung) abnimmt und – bei einem entsprechend kalibrierten Sensor – am Punkt s_2 der Kraftwert 0 und einen anderen charakteristischen Wert erreicht ist, nämlich dann, wenn die Restwandstärke erreicht ist und das

Werkstück nicht mehr gegen das Werkzeug drückt bzw. keine Komprimierung mehr vorliegt.

[0043] Um die Genauigkeit des Verfahrens zu erhöhen, kann man – wie in [Fig. 8](#) angegeben ist – das Werkzeug nunmehr wieder in das Werkstück hinein verfahren. Bei diesem Schritt wird der Sensor **58** wieder eine Zunahme der Kraft zeigen, wenn die Spitze des Werkzeugs beginnt, das Werkstück an dieser Position zusammenzudrücken und zu komprimieren. Gerade an diesem Punkt liegt wieder die Restwandstärke S_2 vor. Wird das Werkzeug weiter in das Material hinein verfahren, so ergibt sich z. B. der im Graphen der [Fig. 9](#) angegebene idealisierte Kraftverlauf.

[0044] In [Fig. 10](#) ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung teilweise und schematisch dargestellt, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann. Dabei wird wiederum ein Schneidmesser **120** verwendet, welches über eine Verstellspindel **126**, die von einem Motor **125** beaufschlagt ist, zum Schwächen eines Werkstücks **132** in dieses eingefahren wird. Das Werkstück **132** ist wiederum auf einem Auflagetisch **130** angeordnet und wird, dargestellt durch den Pfeil **134**, relativ zum Werkzeug **120** bewegt. In Abhängigkeit von der Eindringtiefe wird ein Schwächungsschnitt durchgeführt, der zu einer Restwandstärke führt.

[0045] Mittels eines Tasters **172**, der an der Unterseite des Auflagetisches **130** anliegt, und einem Kraftsensor **170** wird eine Kraft ermittelt, die durch den Schneidvorgang erzeugt wird. Der Sensor kann in diesem Fall jedoch keine Schnittkraft direkt messen, da diese in den Auflagetisch eingeleitet werden. Besser ist es in diesem Fall, den Kraftsensor zwischen Messer und Aktor zu montieren.

[0046] Diese Information über die Kraft wird über eine Leitung **174** einer Regelungs- und Steuereinheit **150** zur Verfügung gestellt. Diese Regelungs- und Steuereinheit **150** ist wiederum mit dem Motor **125** über eine Steuerleitung **162** verbunden. Je nach Abgabe eines Signals von der Steuer- und Regeleinheit **150** an den Motor **125** erfolgt die Verstellung des Schneidmessers **120** in Richtung des Auflagetisches **130** oder weg davon. Zwischen dem Motor **125** und dem Schneidmesser **120** ist ein Wegsensor angeordnet, mit dem sich ermitteln lässt, wie weit die Spitze des Schneidmessers **120** vom Auflagetisch **130** entfernt ist.

[0047] Diese Entfernung gibt bei unelastischen Materialien die Restwandstärke wieder, die sich zusammensetzt aus der Differenz des Abstandes von Schneidmesserspitze zum Taster (Bezugszeichen **138**) abzüglich der mit dem Bezugszeichen **136** bezeichneten Auflagetischdicke.

[0048] Aus der Kombination der Informationen vom Kraftsensor **170** und des Wegsensors **160**, wobei letzterer über eine Datenleitung **164** an die Regel- und Steuereinrichtung **150** übertragen wird, kann die Steuer- und Regeleinrichtung **150** – eventuell noch unter Zuhilfenahme von Daten hinsichtlich Materialeigenschaften und/oder – dicke – auf die Prozessverhältnisse schließen. Insbesondere können Werkzeugverschleiß oder kurzfristige Schwankungen in der Materialdicke oder in den Materialeigenschaften auf diese Art und Weise festgestellt werden. Dabei ist zu erwarten, dass sich der Werkzeugverschleiß nur immer mittel- bis langfristig ändern wird. Schwankungen in der Materialstärke oder den Materialeigenschaften sind eher kurzfristige Ereignisse, die aufgrund zeitlichen Verlaufs des Signals auch als solche ermittelt werden können.

[0049] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in schematischer Weise in [Fig. 11](#) dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen in [Fig. 1](#) beispielsweise dadurch, dass die Schneidanordnung insgesamt an einem Robotarm **274** gehalten ist, von dem in der [Fig. 11](#) lediglich sein Ende dargestellt ist. Zwischen dem Robotarm **274** und der Schneidvorrichtung ist ein Gelenk **272** angeordnet. Am Gelenk **272** ist einerseits das Schneidmesser **275** in einer aus [Fig. 11](#) zu entnehmenden drehbeweglichen Weise sowie ein Haltearm **270** befestigt. Der Haltearm wiederum hält einen U-förmigen Bügel **212**, der ähnlich wie derjenige in [Fig. 1](#) ausgestaltet ist. Ein weiterer Unterschied in der Ausführungsform zur [Fig. 1](#) liegt nun darin, dass sich das Schneidmesser **275** in einer Drehhalterung **276** des Bügels drehen lässt. Am unteren Schenkel des U-förmigen Bügels **212** sind – wie auch bei der Ausführungsform der [Fig. 1](#) – eine Kraftmessdose **214**, in Gegenhalter **216** sowie eine Rollkugel **218** vorgesehen. Die Rollkugel **218** rollt nun unmittelbar an der Unterseite des Werkstücks **232** ab und kann die Kraft, mit der die Spitze **220** des Schneidmessers in das Werkstück drückt aufnehmen. Seitlich ist das Werkstück in Spannvorrichtungen fest und ortsunbeweglich eingeklemmt.

[0050] Darüber hinaus kann die Rollkugel **218** mittels eines Präzisionsaktors (vorliegend nicht dargestellt) um 50 mm abgesenkt bzw. angehoben ([Fig. 11](#) zeigt den angehobenen Zustand) werden. Dadurch kann das Schneidwerkzeug problemlos in die gewünschte Position zum Werkstück eingefahren werden, bevor der Schneidvorgang beginnt.

[0051] Bei dieser Ausführungsform besteht damit die Möglichkeit, an einer beliebigen Position des Werkstückes zu starten und einen vorgegebenen Weg abzufahren, wobei sich das Messer mit seiner Schneide immer in Fahrrichtung einstellen lässt. Zudem kann in oben beschriebener Weise die Kraft zwischen dem Schneidmesser und dem Werkstück er-

fasst und daraus die Informationen über Werkzeugzustand und Materialeigenschaft gewonnen werden.

[0052] Insgesamt gibt die vorliegende Erfindung die Möglichkeit, eine Materialschwächung bis auf eine genau definierte Restwandstärke auch bei elastischen Materialien, die unter der Wirkung des Schneidwerkzeugs verformt oder komprimiert werden, zu erreichen. Darüber hinaus kann eine Information über den Zustand des Werkzeugs generiert werden, insbesondere, wann das Werkzeug auszutauschen ist.

Bezugszeichenliste

10, 10'	Schneidwerkzeug
12	Bügel
14	Kraftmessdose
16	Gegenhalter
18	Gelagerte Kugel
20, 20'	Schneidmesser
22	Schneidachse
24	Abstützlasche
25	Antriebsmotor
26	Spiralfeder
27	Stellspindel
28	Abstützbock
30, 30'	Auflagetisch
32, 32'	(zu schwächendes) Werkstück
34, 34'	Bewegungsrichtung
36	Dicke Auflagetisch
37	Restmaterialstärke
38	Dicke: Restmaterialstärke + Auflagetischdicke
39	Schneidtiefe
40	Gesamtmaterialdicke
50	Schneidmesser
52	Bewegungsrichtung
54, 54'	Material
56	Auflageplatte
58	Drucksensor
120	Schneidmesser
125	Antriebsmotor
126	Stellspindel
130	Auflagetisch
132	Material
134	Bewegungsrichtung
136	Auflagetischdicke
138	Dicke: Restmaterialstärke + Auflagetischdicke
150	Steuerung
160	Wegsensor
162	Steuerleitung
164	Sensorleitung
170	Drucksensor
172	Tastzeiger
174	Sensorleitung
212	Bügel
214	Kraftmessdose
216	Gegenhalter

218	Kugel
220	Spitze des Schneidmessers
226	Spannvorrichtung
232	Werkstück
270	Haltearm
272	Gelenk
274	Robotarm
275	Schneidmesser
276	Drehhalterung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006034287 [[0003](#), [0004](#), [0007](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schwächen eines Werkstückes mit einem Werkzeug, wobei

- das Werkstück zwischen dem Werkzeug und einem Auflager angeordnet ist und
- das Werkstück durch relatives Bewegen von Werkstück zum Werkzeug geschwächt wird, mit den Schritten:
 - Ermitteln der Kraft mit der das Werkzeug gegen das Werkstück drückt,
 - Vergleich der ermittelten Kraft mit einem vorgegebenen Kraftwert und
 - Erzeugen einer Information auf der Basis des Vergleichs, die angibt, ob sich die ermittelte Kraft innerhalb vorgegebener Grenzen zu dem vorgegebenen Kraftwert befindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Information an eine Regel- und Steuereinrichtung ausgegeben wird und dass die Regel- und Steuereinrichtung eine Tiefeneinstellung des Werkzeugs auf der Basis dieser Information regelt.

3. Verfahren zum Schwächen eines Werkstückes mit einem Werkzeug, wobei

- das Werkstück zwischen dem Werkzeug und einem Auflager angeordnet ist,
- das Maß des Einführens des Werkzeug in das Werkstück erfasst wird und
- das Werkstück durch relatives Bewegen von Werkstück zum Werkzeug geschwächt wird, mit den Schritten:
 - Einführen des Werkzeugs in das Werkstück bis zu einer vorgegebenen Tiefe bei gleichzeitiger Durchführung einer Schwächung,
 - Zurückziehen des Werkzeugs bis ein vorgegebener Kraftwert erreicht
 - Bestimmung der Distanz, welche das Werkzeug zurückgezogen wurde, und
 - Ermittlung des Werkzeugzustandes und/oder der Materialbeschaffenheit und/oder der tatsächlichen Schnitttiefe aufgrund der bestimmten Distanz.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Zurückziehen des Werkzeugs die Kraft, mit der das Werkzeug bis zur und/oder bei der vorgegebenen Tiefe gegen das Werkstück drückt, ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,

- anschließend das Werkzeug wieder bis auf eine bestimmte Tiefe in das Werkzeug eingeführt wird und
- die Kraft ermittelt wird, mit der das Werkzeug bis zur und/oder bei der vorgegebenen Tiefe gegen das Werkstück drückt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Informatio-

nen aus Kraft und Weg auf den Werkzeugzustand und/oder die Materialbeschaffenheit und/oder die tatsächlichen Schwächungstiefe geschlossen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- anschließend das Werkzeug wieder bis zu einem bestimmten Kraftwert in das Werkzeug eingeführt wird und
- die Distanz ermittelt wird und
- der Werkzeugzustand und/oder die Materialbeschaffenheit und/oder die tatsächlichen Schwächungstiefe aufgrund der Druckzunahme oder des Tiefenwertes geschlossen wird.

8. Vorrichtung zur Einbringung einer Schwächung in ein Werkstück, insbesondere eine Folie oder eine Haut, umfassend ein zum Schwächen des Werkstücks geeignetes Werkzeug,

ein Auflager, wobei das Werkstück zwischen dem Werkzeug und dem Auflager anordenbar ist, sich gegen das Auflager abstützt und das Werkzeug gegenüber dem Werkstück relativ bewegbar ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor zur Erfassung der Prozesskräfte zwischen Werkzeug und Auflager oder zwischen Werkzeug und Werkstück vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor zum Ermitteln der Position der Werkzeugspitze gegenüber dem Auflager vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regel- und Steuereinrichtung vorgesehen ist,

dass eine von der Regel- und Steuereinrichtung beaufschlagbare Stelleinrichtung für eine Tiefeneinstellung des Werkzeugs vorgesehen ist, dass die Regel- und Steuereinrichtung mit dem Sensor zur Erfassung der Prozesskräfte verbunden ist und dass die Regel- und Steuereinrichtung ausgebildet ist, um auf der Basis der Sensorinformation die Stelleinrichtung anzusteuern.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

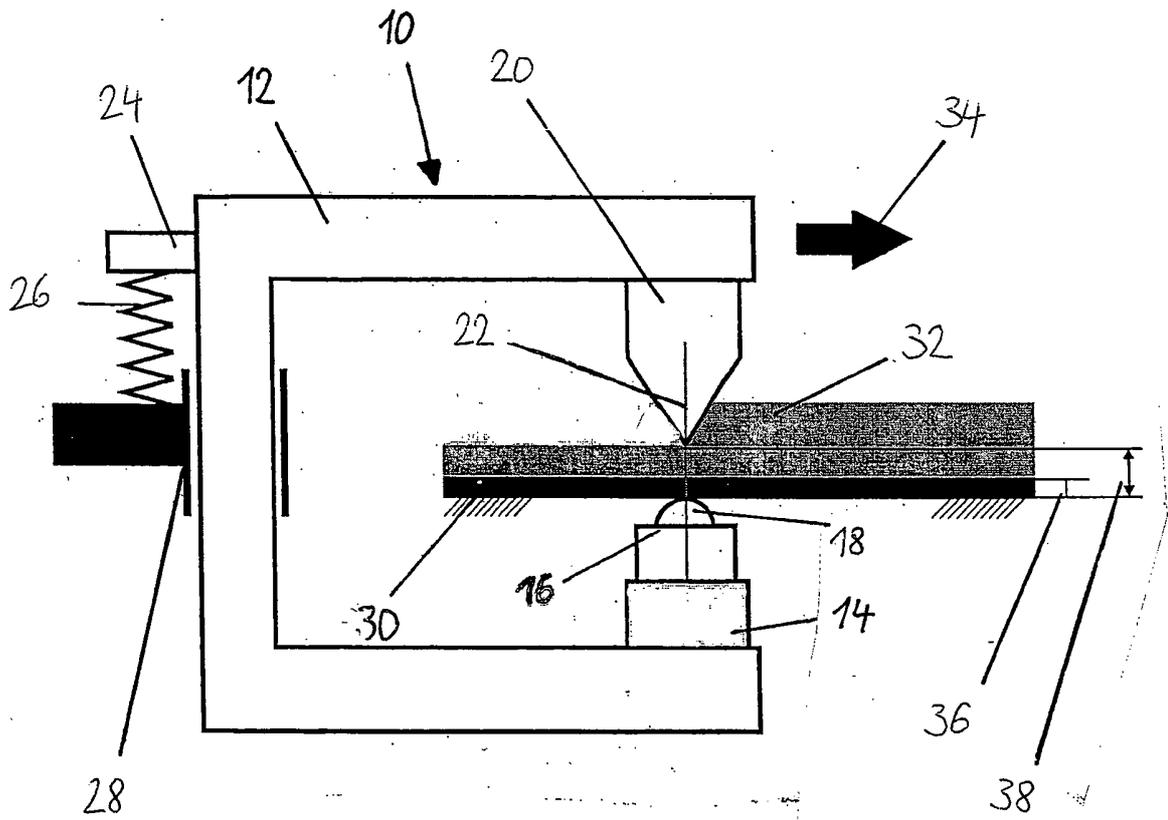


Fig. 1

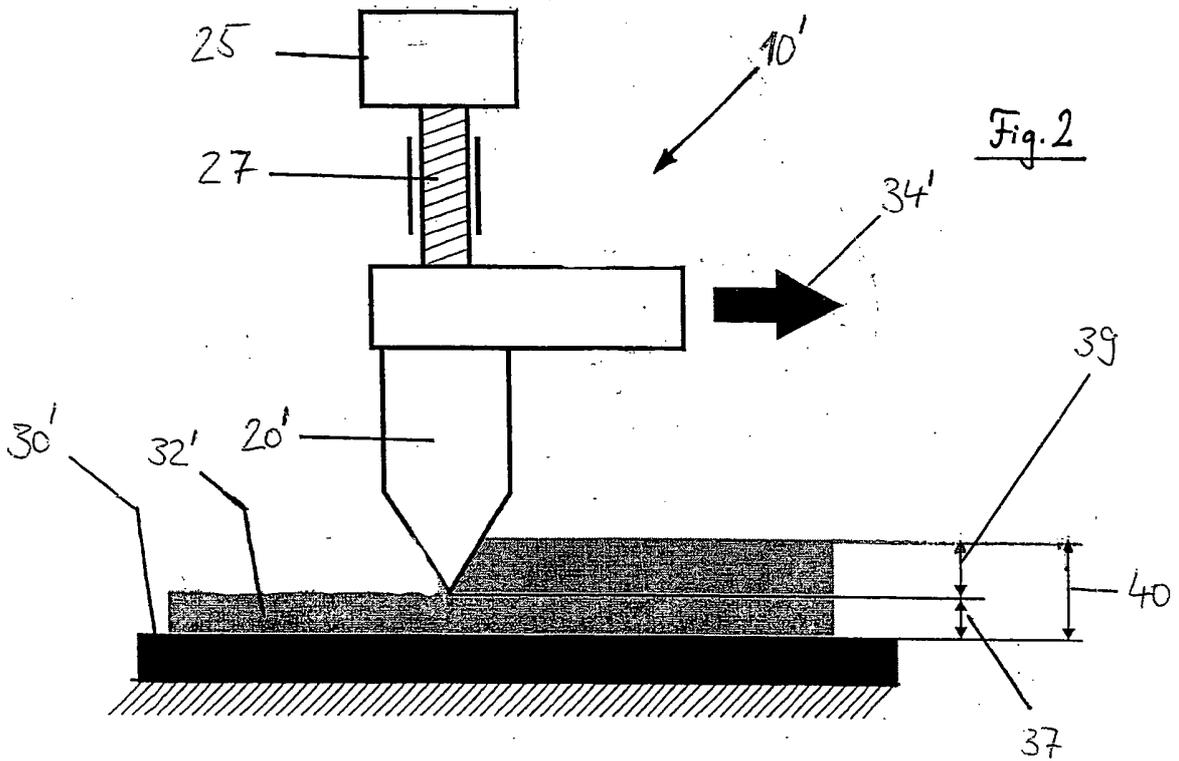
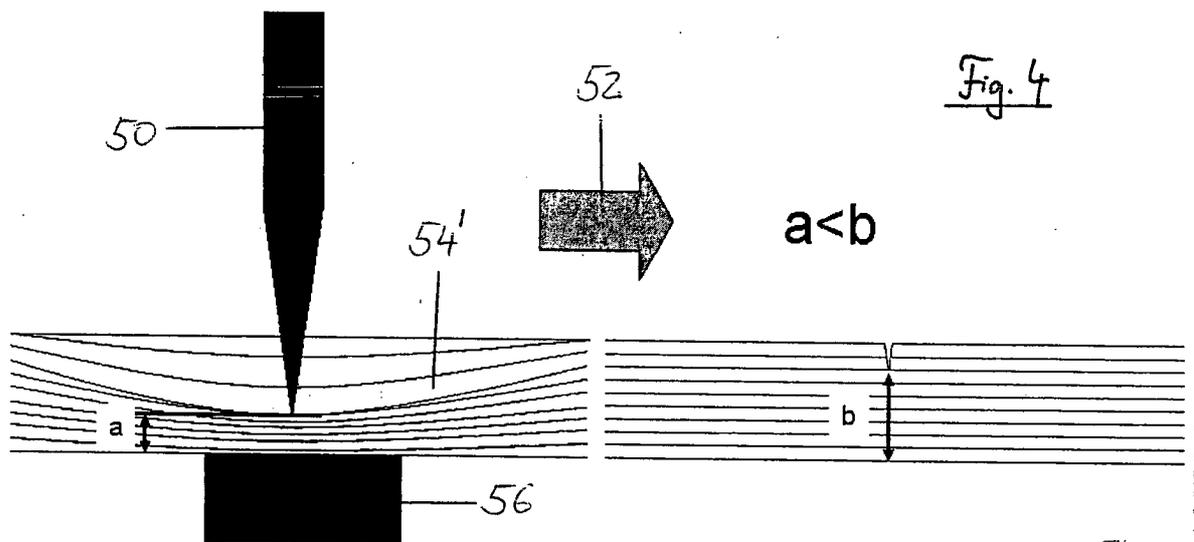
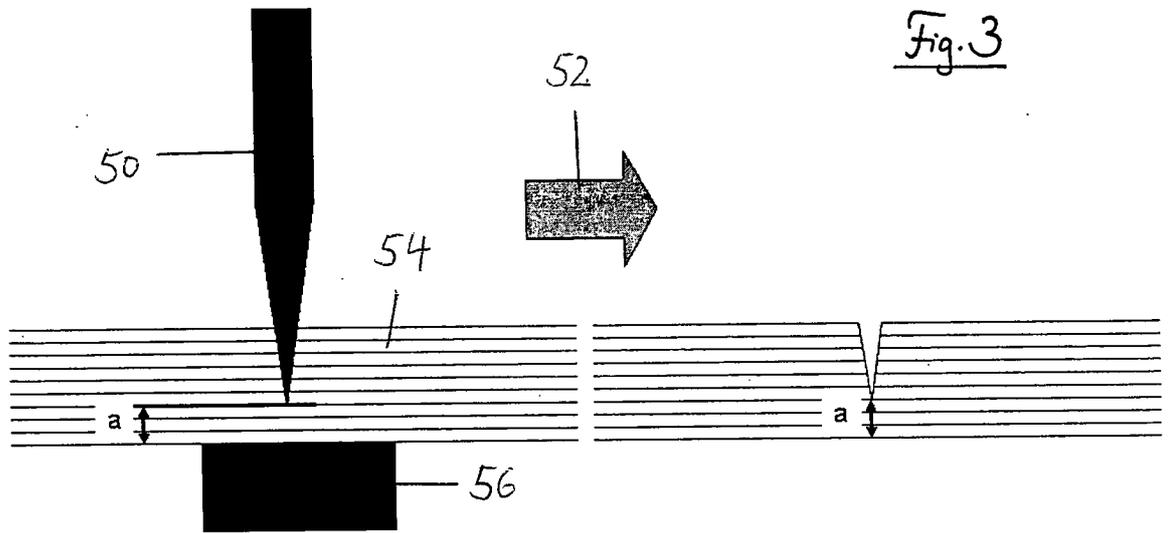


Fig. 2



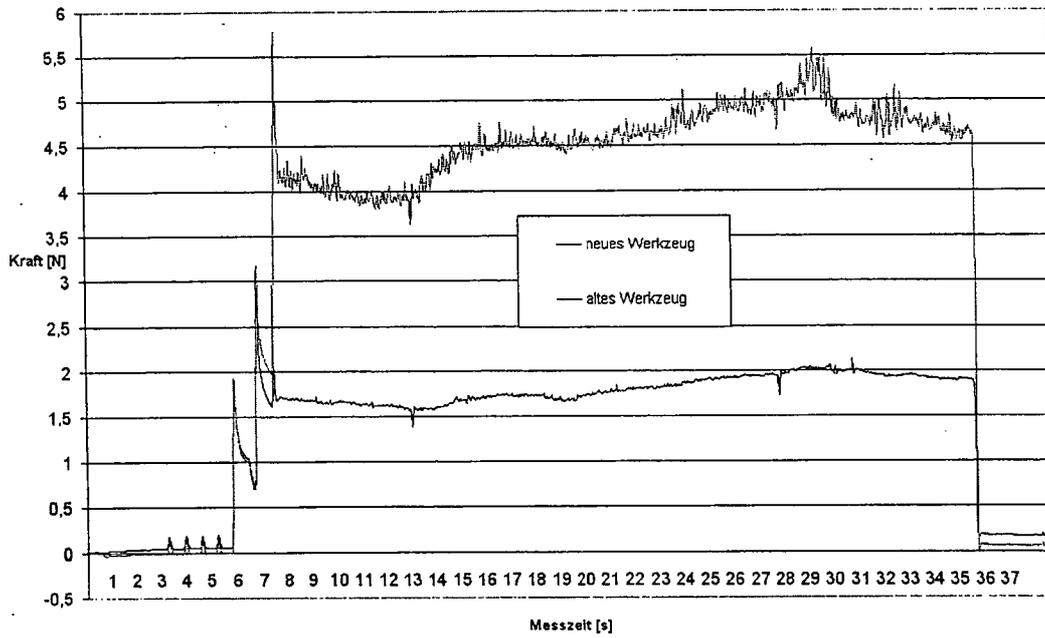


Fig. 5

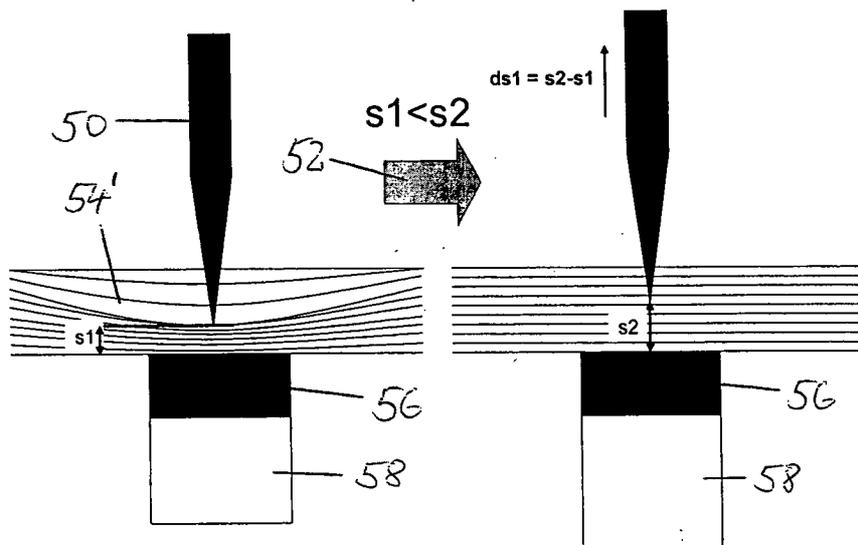


Fig. 6

