



CH 689 299 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 689 299 A5

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: B 21 J 015/28

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02404/94

22 Anmeldungsdatum: 29.07.1994

24 Patent erteilt: 15.02.1999

45 Patentschrift veröffentlicht: 15.02.1999

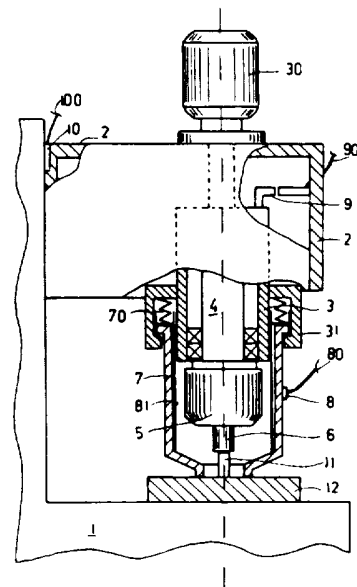
73 Inhaber:  
Bodmer Küsnacht AG, Florastrasse 19-21,  
8700 Küsnacht ZH (CH)

72 Erfinder:  
Bodmer, Peter, Küsnacht ZH (CH)

74 Vertreter:  
Patentanwaltsbüro Feldmann AG, Kanalstrasse 17,  
Postfach, 8152 Opfikon-Glattbrugg (CH)

54 Verfahren und Vorrichtung zur maschinellen Verformung von Verbindungselementen.

57 Das Verfahren dient der Qualitätssicherung bei maschineller Herstellung einer durch Verformung eines Verbindungselementes gebildeten Verbindung. Das Verfahren ist insbesondere bei der Herstellung von Nietverbindungen anwendbar. Mittels zwei Messfühler wird vor dem Starten des Verformprozesses festgestellt, ob sowohl die Lage eines Verbindungselementes (11) wie auch die Lage eines zu verbindenden Werkstückes (12) überwacht wird. Als Messfühler für das Verbindungselement wird das Verformwerkzeug (6) eingesetzt, das bis zur Auflage an dem Verbindungselement abgesenkt wird. Der Messfühler für die Lage des Werkstückes wird durch einen Taster (7) gebildet, der ebenfalls bis zu seiner Auflage abgesenkt wird. Die Lage der Auflagepunkte kann auf verschiedene Weise festgestellt werden, insbesondere können Taster und eine mit dem Verformwerkzeug verbundene Pinole (3) als variabler Kondensator ausgebildet sein, so dass der axiale Abstand zwischen den Auflagepunkten festgestellt werden kann.



CH 689 299 A5

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Qualitätssicherung bei maschineller Herstellung einer durch Verformung eines Verbindungselementes gebildeten Verbindung, insbesondere einer Nietverbindung, gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1. Sie betrifft des Weiteren eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 7. Insbesondere betrifft sie Verformmaschinen wie Pressen oder Nietmaschinen, im letzteren Fall vorzugsweise Taumel-Nietmaschinen.

Die bekannteste maschinell hergestellte, durch Verformung gebildete Verbindung ist die Nietverbindung. Es sind jedoch auch andere Verbindungen bekannt, bei denen beispielsweise ein Kragen unter Druck und durch Abwälzen eines Verformwerkzeuges verformt wird. Diese Verbindungen entsprechen nicht typischen Nietverbindungen, werden jedoch auf analoge Weise hergestellt, obwohl im folgenden stets von Nietverbindungen gesprochen wird, für die Verbindungselemente also der Begriff Niet verwendet wird, sind jedoch auch derartige Verbindungen miteinbezogen, bei denen das Verbindungselement einstückig mit einem der zu verbindenden Werkstücke verbunden ist.

Nietverbindungen werden maschinell, zum Teil vollautomatisch hergestellt. Der Qualitätssicherung ist dabei ein hoher Stellenwert zuzuordnen. Nur Nietverbindungen, die innerhalb einer bestimmten Norm liegen, können gewährleisten, dass sie den Belastungen, denen sie ausgesetzt werden, auch standhalten. Deshalb wird vor dem Starten des Verformprozesses geprüft, ob ein Niet bereitliegt und ob er eine innerhalb von vorgegebenen Toleranzen liegende Länge aufweist. Während dem Verformprozess muss überprüft werden, wie sich der Niet verformt, also ob er zu hart oder zu weich ist. Es sind mehrere Verfahren und Nietmaschinen bekannt, die sich eine derartige Qualitätssicherung zum Ziel gesetzt haben.

So beschreibt DE-A 3 715 742 ein Verfahren zur maschinellen Herstellung von Nietverbindungen, das vor dem Verformprozess die Lage des zu verformenden Nietes mittels einem Weggeber überprüft. Dieser Weggeber misst den Vorschubweg des Verformwerkzeuges von einer oberen Nulllage aus bis zu dessen Auflage auf dem Niet. Der zurückgelegte Weg wird anschliessend mit einem Sollwert verglichen. Liegt der gemessene Wert innerhalb einer vorgegebenen Toleranzschranke, so wird der Verformprozess gestartet, anderenfalls wird eine Fehlermeldung ausgegeben, damit der Fehler behoben werden kann.

Der Verformprozess selber wird auch überwacht. Dies erfolgt dadurch, dass die Zeitspanne gemessen wird, die benötigt wird, um den Niet zu verformen. Auch dieser gemessene Wert wird wiederum mit einem Sollwert verglichen.

Dieses Verfahren ergibt zwar eine ungefähre Aussage darüber, ob die Verformung normgemäss durchgeführt wurde. Das effektive Endprodukt, nämlich die Verbindung, die mittels des Nietes hergestellt werden sollte, wird jedoch nicht überwacht.

Bei der Herstellung von Nietverbindungen spielen nämlich weitere Faktoren eine Rolle, die in diesem Verfahren vernachlässigt werden. Es ist möglich, dass, wie in dieser Publikation beschrieben, der Niet zu hart oder zu weich sein kann. Ebenso kann jedoch der Druck des Verformwerkzeuges zu gering sein, die Taumel- oder Wälzbewegung nicht korrekt ausgeführt worden sein, das zu nietende Werkstück nicht die erforderliche Dicke oder Härte aufweisen. Diese Fehler können sich gegenseitig so ergänzen, dass sie mittels der Zeitmessung nicht erkannt werden können. So kann zwar eine fehlerhafte Nietung vorliegen, ohne dass diese in der Qualitätskontrolle erfasst wurde.

Auch das in US-A 3 665 742 offenbarte Verfahren bietet keine Verbesserung der Qualitätssicherheit. Hier wird während dem Verformprozess der auf den Niet ausgeübte Arbeitsdruck überwacht und mit einem Kontrollwert verglichen. Mittels dieser Kontrolle kann jedoch nicht unterschieden werden, ob ein Fehler an der Maschine oder an dem zu verformenden Niet vorliegt. Zudem können zu lange, jedoch zu weiche Niete oder zu kurze, aber harte Niete nicht erkannt werden, sofern der geprüfte Grenzwert des Druckes gleich bleibt. Auch die bereits oben erwähnten weiteren Fehlerquellen können mit diesem Verfahren nicht einzeln überwacht werden.

Beide Verfahren können somit einige Mängel von Nietverbindungen erkennen, unterliegen aber einer nicht geringen Anzahl an Fehlerquellen.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Qualitätssicherung zu schaffen, das obengenannte Mängel behebt.

Diese Aufgabe löst ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.

Diese Aufgabe löst eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 7.

Das erfindungsgemässe Verfahren berücksichtigt nicht nur die Lage des zu verformenden Nietes, sondern es kontrolliert auch, ob das oder die zu nietenden Werkstücke vorhanden sind und an der korrekten Stelle liegen, also die geforderte Dicke aufweisen. Erst dadurch, dass beide an der Nietung beteiligten Werkstücke, der Niet wie auch das oder die zu nietenden Werkstücke kontrolliert werden, ist die Qualität der Nietverbindung gewährleistet. Im erfindungsgemässen Verfahren erfolgt die Kontrolle des Nietes und des Werkstückes, indem vor dem Verformprozess je ein Messfühler axial verschoben wird, bis er auf dem Niet beziehungsweise dem zu nietenden Werkstück aufliegt. Beim Niet wird dieser Messfühler durch das Verformwerkzeug selber gebildet. Beim Werkstück wird als Messfühler ein Taster verwendet, der dem Verformwerkzeug bevorzugterweise vorläuft. Dieser Taster wird in bevorzugten Ausführungsformen durch einen Niederhalter oder einen Abstreifer gebildet und weist somit eine Doppelfunktion auf.

Es gibt verschiedene Arten, die beiden Auflagepunkte zu bestimmen und die Messwerte mit Sollwerten zu vergleichen.

In einer einfachsten Variante des Verfahrens werden die Verschiebungswege des Verformwerkzeuges und des Tasters von einer jeweiligen oberen, nicht unbedingt identischen Nullposition bis zu den Auflagepunkten gemessen und diese Istwerte mit vordefinierten Sollwerten verglichen. Stimmen die gemessenen Istwerte innerhalb von vorgegebenen Toleranzbereichen mit vordefinierten Sollwerten überein, so wird der Verformprozess gestartet. Die Messung der Verschiebungswege erfolgt hierbei mittels Weggeber.

In einer anderen bevorzugten Variante wird nur die Position des einen Auflagepunktes direkt gemessen. Der zweite Auflagepunkt wird indirekt bestimmt, indem der relative axiale Abstand zwischen dem Auflagepunkt des Verformwerkzeuges und demjenigen des Tasters gemessen wird.

Diese Abstandmessung erfolgt bevorzugterweise kapazitiv. Der vorlaufende Taster umgibt eine mit dem Verformwerkzeug verbundene Pinole mindestens teilweise, so dass diese eine sich beim Absenken verändernde Eintauchtiefe aufweist. Taster und Pinole wirken gegenseitig als Hälften eines variablen Kondensators, so dass die Veränderung der Eintauchtiefe eine Frequenzänderung in einem Schwingkreis ergibt. Es ist nicht von wesentlicher Bedeutung, welcher Auflagepunkt kontrolliert wird, ob derjenige des Verformwerkzeuges oder des Tasters. Wird jedoch der Niet kontrolliert, so können eindeutigere Schlussfolgerungen bei der Definition des Fehlers gemacht werden. Die Kontrolle des direkt bestimmten Auflagepunktes kann wiederum wie im bereits erwähnten Beispiel mittels Weggeber, jedoch auch mittels Signalgeber wie Endschalter durchgeführt werden.

In einer weiteren bevorzugten Variante des Verfahrens wird die Kapazitätsmessung erst gestartet, wenn das Verformwerkzeug bereits auf dem Niet aufliegt. Dies wird dadurch erreicht, dass der Auflagezeitpunkt mittels eines Detektors registriert wird. Als Detektor wird bevorzugterweise ein Dehnmessstreifen verwendet, der die Ausfederung des Gehäuses nach dem Aufsetzen des Verformwerkzeuges misst.

In der beiliegenden Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes dargestellt. Das erfindungsgemässe Verfahren und der Erfindungsgegenstand werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert.

Die einzige Figur zeigt eine Nietmaschine zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, teilweise als Vertikalschnitt, teilweise im Seitenriss.

Die dargestellte Nietmaschine weist eine nicht näher beschriebene Tragkonstruktion 1 auf, die ein Gehäuse 2 trägt, in dem die zur Verformung notwendigen Elemente angeordnet sind. Auf der Tragkonstruktion 1 liegen zudem ein zu nietendes oder zu verbindendes Werkstück 12 und der zu verformende Niet 11 auf.

In dem Gehäuse 2 ist eine in vertikaler Richtung geführt verschiebbare Pinole 3 angeordnet, in der eine Spindel 4 drehbar gelagert ist. Am unteren Ende der Spindel 4 ist ein Verformwerkzeugträger 5 auswechselbar angeordnet, der eine Aufnahme für mindestens ein Verformwerkzeug 6 bildet. Das Ver-

formwerkzeug 6 ist je nach Anwendungsbereich geformt.

Der Antrieb der Spindel 4 erfolgt mittels eines Antriebsaggregates 30. Bevorzugterweise ist das Antriebsaggregat 30 ein Elektromotor, der mit einer Gleitkupplung verbunden ist. Bei der hier beschriebenen Nietmaschine handelt es sich um eine Taumelnietmaschine, bei der das Verformwerkzeug mittels einer Wälzbewegung den Niet verformt. Das erfindungsgemässe Verfahren beschränkt sich jedoch nicht nur auf Taumelnietmaschinen sondern ist bei allen Nietmaschinen und nach ähnlichem Prinzip arbeitenden Kaltverformmaschinen anwendbar. Beispielsweise kann auch mit einem nicht drehenden Verformwerkzeug gearbeitet werden. In diesem Fall ist der Verformwerkzeugträger direkt auf die Pinole aufgesetzt und die Spindel und das Antriebsaggregat entfallen.

Die Pinole 3 ist mittels einem hier nicht dargestellten Vorschubaggregat in axialer Längsrichtung verschiebbar. Der Antrieb kann rein mechanisch, pneumatisch oder hydraulisch erfolgen. In der dargestellten Ausführungsform ist die Pinole 3 als Kolben eines pneumatischen oder hydraulischen Zylinders ausgebildet, wobei sie innerhalb des Gehäuses 2 verdrehgesichert in axialer Richtung geführt ist.

Mittels der verschiebbaren Pinole 3 kann das Verformwerkzeug 6 in Richtung des zu bearbeitenden Nietes 11 abgesenkt werden. In der Figur ist die Pinole gerade so weit abgesenkt, dass das Verformwerkzeug 6 auf dem zu bearbeitenden Niet 11 aufliegt.

Im unteren Bereich des Gehäuses 2 ist ein Taster 7 verschiebbar und gefedert in einem fest mit der Pinole 3 verbundenen Rahmen 31 gelagert. Dieser Taster 7 umgibt die Pinole 3 mindestens teilweise, wobei er durch eine Isolationsschicht 81 von ihr getrennt ist, deren Bedeutung später erläutert wird. In der einfachsten Ausführungsform ist die Isolationsschicht 81 durch einen Luftspalt gebildet. In diesem Beispiel befindet sich zwischen Pinole 3 und Taster 7 eine elektrisch isolierende Kunststoffolie. Der Taster 7 läuft dem Verformwerkzeug 6 vor und ist bezüglich der Pinole 3 durch die Federung 70 leitend verschiebbar. Der Verschiebeweg des Tasters 7 wird durch das zu nietende Werkstück 12 begrenzt, so dass er in einer unteren Endposition auf diesem aufliegt.

Der Taster 7 ist bevorzugterweise als Niederhalter oder Abstreifer ausgebildet. Ist der Taster 7 als Niederhalter ausgebildet, so hält er das Werkstück 12 während dem Verformprozess in seiner gewünschten Position.

Der Taster 7 kann durch ein eigenes Vorschubaggregat verschoben werden. In diesem Beispiel weist er jedoch keinen eigenen Vorschub auf, sondern er wird anfänglich gemeinsam mit der Pinole verschoben. Da er jedoch dem Verformwerkzeug 6 vorläuft, setzt er als erster auf seiner Auflage, nämlich dem zu nietenden Werkstück 12, auf. Daraufhin wird die Feder 70 zusammengedrückt und die Pinole 3 taucht in den Taster 7 ein, bis auch das Verformwerkzeug 6 auf seiner Auflage, dem Niet 11, aufgesetzt hat.

Die hier dargestellte Nietmaschine weist mehrere Messelemente auf, die die Qualitätssicherung der Nietverbindung gewährleisten. Als sogenannte Messfühler werden das Verformwerkzeug 6, die Pinole 3 und der Taster 7 eingesetzt.

Das erste Messelement ist ein Kapazitätsmeselement 8, das mit dem Taster 7 gekoppelt ist. Dieses Kapazitätsmeselement 8 misst die Verschiebungsstrecke zwischen Pinole 3 und Taster 7, also den axialen Abstand zwischen den zwei Auflagepunkten. Das Prinzip derartiger Kapazitätsmessungen ist bekannt und wird bereits bei anderen Werkzeugmaschinen zur Erkennung der absoluten Verschiebestrecken von Werkzeugen angewendet. In der erfindungsgemässen Nietmaschine wird jedoch mittels dieser kapazitiven Messung lediglich die relative Verschiebung zwischen Taster 7 und Pinole 3 gemessen. Taster 7 und Pinole 3 wirken hier gegenseitig, getrennt durch die elektrische Isolationschicht 81, als Teile eines Kondensators. Ändert sich der überlappende Bereich zwischen Taster 7 und Pinole 3 beim Eintauchen der Pinole 3, so ändert sich die Kapazität dieses Kondensators. Diese Kapazitätsänderung führt in einem Schwingkreis zu einer Frequenzänderung, die nun in digitaler oder analoger Form als potentialfreies Vergleichssignal ansteht und ausgewertet werden kann. Eine Leitung 80 übermittelt dieses Vergleichssignal an eine hier nicht dargestellte Auswerteeinheit.

Das zweite Messelement ist ein Signalgeber 9, der einestils am Gehäuse 2 und anderenteils an der Pinole 3 angebracht ist. Der Signalgeber 9 kontrolliert die Lage des Auflagepunktes des Verformwerkzeuges 6 auf dem Niet 11. Ist der Signalgeber 9 ein Endschalter, so steht ein Signal an, wenn der Auflagepunkt an der korrekten Stelle liegt, das heisst, wenn sich der Kopf des Nietes 11 an der korrekten Stelle befindet. Der Toleranzbereich ist durch die Breite der Kontaktstrecke des Endschalters gegeben. Anstelle des Endschalters kann jedoch auch ein Weggeber verwendet werden, der den Verschiebeweg der Pinole 3 beziehungsweise des Verformwerkzeuges 6 von einer oberen Nullstelle aus misst. Der Vorteil des Endschalters liegt darin, dass er einem geringeren Verschleiss unterworfen ist und während seiner Lebensdauer keinem Drift unterliegt. Auch dieses vom zweiten Messelement erhaltene Signal wird über eine Leitung 90 an die Auswerteeinheit geliefert.

Das dritte Messelement ist ein Schaltelement, beispielsweise ein Mikro-Switch oder wie hier dargestellt ein Dehnmessstreifen 10, der zwischen Gehäuse 2 und Tragkonstruktion 1 angebracht ist. Trifft das Verformwerkzeug 6 auf dem zu verformenden Niet 11 auf, so wird das Gehäuse 2 bedingt durch unvermeidliche Herstellungstoleranzen eine geringe Relativbewegung zur Tragkonstruktion 1 hin durchführen. Diese Relativbewegung des Gehäuses 2 wird durch den Dehnmessstreifen 10 registriert und als Signal an die Auswerteeinheit geliefert (90). Dieses dritte Messelement kann anstelle des Signalgebers 9 zur Überwachung des Auftreffzeitpunktes des Verformwerkzeuges 6 auf dem Niet 11 eingesetzt werden. Der Dehnmessstreifen kann jedoch auch zusätzlich zum Signalgeber 9 verwen-

det werden, als weitere Sicherheit und als Startsignal für die Kapazitätsmessung. Das heisst, erst wenn der Zeitpunkt des Auftreffens des Verformwerkzeuges auf dem Niet durch den Dehnmessstreifen festgestellt worden ist, wird die Kapazitätsmessung gestartet.

Je nachdem wieviele und welche Typen dieser Messelemente eingesetzt werden, können verschiedene Aussagen über Niet und zu nietendes Werkstück gemacht werden. Diese Aussagen werden durch verschiedene Auswertungen der Signale in der Auswerteeinheit erhalten. Wichtig dabei ist jedoch, dass stets beide Auflagepunkte überwacht werden, dass also Aussagen darüber erhalten werden, ob beide beteiligten Werkstücke vorhanden sind und die erforderlichen Masse aufweisen.

Der Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens ist der folgende:

Die Pinole 3 mit dem Verformwerkzeug 6 wird gemeinsam mit dem Taster 7 abgesenkt. Da der Taster 7 dem Verformwerkzeug 6 vorläuft, setzt er zuerst auf seiner Auflage auf, nämlich auf dem zu nietenden Werkstück 12. Die Pinole 3 taucht nun tiefer in den Taster 7 ein, bis das Verformwerkzeug 6 ebenfalls auf seiner Auflage, dem Niet 11 aufliegt. Der Dehnmessstreifen 10 registriert die Erschütterung beziehungsweise die Relativbewegung des Gehäuses 2 zur Tragkonstruktion 1 und erzeugt ein Signal. Dieses Signal wird als Istwert von der Auswerteeinheit mit einem Sollwert, der dem frei laufenden Verformwerkzeug entspricht, verglichen. Beim Auftreffen auf dem Niet weicht dieser Istwert somit vom Sollwert ab und die Auswerteeinheit aktiviert als Folge die Kapazitätsmessung, da nun beide Auflagen erreicht worden sind. Als Ergebnis der Kapazitätsmessung wird ein Signal an die Auswerteeinheit übermittelt, das dem axialen Abstand zwischen dem Auflagepunkt auf dem Niet und dem Auflagepunkt auf dem zu nietenden Werkstück entspricht. Mittels dieser Messung kann nun festgestellt werden, ob der Niet das Werkstück genügend weit überragt, ob also genügend Material zur Verformung bereitliegt. Auch dieses von der Kapazitätsmessung gelieferte Signal wird von der Auswerteeinheit als Istwert mit einem Sollwert verglichen.

Die dritte Messung erfolgt durch den Signalgeber 9. Ist dieser ein Weggeber, so wird gleichzeitig mit der Kapazitätsmessung die bis zur Auflage gefahrene Wegstrecke festgestellt und somit der Auflagepunkt definiert und als Istwert mit einem Sollwert verglichen. Ist der Signalgeber 9 ein Endschalter, so wurde im Verlauf des Absenkens der Pinole 3 der Kontakt aktiviert. Steht das Signal genügend lange an, so liegt das Verformwerkzeug 6 auf dem Niet 11 auf. In beiden Fällen kann somit festgestellt werden, ob der Niet 11 die korrekte Länge, unabhängig vom Werkstück selber, aufweist. Nun lässt sich auch feststellen, ob das zu nietende Werkstück die korrekte Materialdicke aufweist. Dies ergibt sich aus der Abstandsmessung gekoppelt mit dieser Bestimmung der absoluten Lage des Nietkopfes.

Stimmen nun alle gemessenen Istwerte mit den vorhandenen Sollwerten innerhalb von vorgegebenen Toleranzbereichen überein, so wird der Ver-

formprozess gestartet. Dies erfolgt meistens durch Starten der Wälz- oder Taumelbewegung oder durch Erhöhen des Anpressdruckes des Verformwerkzeuges. Stimmen die Istwerte nicht mit den Sollwerten überein, so werden von der Auswertereinheit andere Folgeoperationen ausgelöst. Dies kann ein Warnsignal sein, eine Anzeige eines möglichen Fehlers oder eine automatische Auswechslung von Niet oder Werkstück.

Da die Kapazitätsmessung stark den Umwelteinflüssen, wie Temperatur oder Luftfeuchtigkeitsänderungen, unterliegt, wird in einer bevorzugten Variante das Kapazitätsmesselement nach jedem Verformprozess neu geeicht. Dies erfolgt, wenn Taster und Verformwerkzeug wieder in ihre obere Nullposition hinaufgefahren worden sind.

Durch dieses Verfahren ist somit vor dem Verformprozess eine genaue Kontrolle der Verbindungspartner möglich, so dass eine gleichbleibende Qualität der Nietverbindung gewährleistet ist. Als weitere Kontrolle wird die bereits bekannte Verformprozessüberwachung eingesetzt, indem die Verformungszeit gemessen und mit einem weiteren Sollwert verglichen wird. Dadurch wird eine weitere Aussage erhalten, ob der Niet zu hart war oder ob der Anpressdruck zu schwach war. Diese Messung wird jedoch nicht mehr durch nicht erfasste Faktoren wie zu dünnes oder verbogenes Werkstück verfälscht. Die Qualitätssicherung ist merklich verbessert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitätssicherung bei maschineller Herstellung einer durch Verformung eines Verbindungselementes gebildeten Verbindung, insbesondere einer Nietverbindung, wobei ein Verformwerkzeug (6) zu dem zu verformenden Verbindungselement (11) hin verschoben wird, bis es als erster Messfühler an diesem aufliegt und so einen ersten Auflagepunkt ermittelt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Taster (7) axial gegenüber dem Verformwerkzeug (6) verschoben wird, bis er als zweiter Messfühler auf einem zu verbindenden Werkstück (12) aufliegt, was einen zweiten Auflagepunkt definiert, dass die Lagen beider Auflagepunkte direkt oder indirekt gemessen werden und die gemessenen Werte als Istwerte mit Sollwerten verglichen werden und dass bei innerhalb einer Toleranz liegenden Istwerten der Verformprozess gestartet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage einer der beiden Auflagepunkte direkt und die Lage des anderen Auflagepunktes durch Messung des axialen Abstandes zwischen den zwei Auflagepunkten ermittelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandsmessung eine Kapazitätsänderungsmessung ist, wobei eine gemeinsam mit dem Verformwerkzeug (6) verschobene Pinole (3) und der Taster (7) einen variablen Kondensator bilden.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die direkte Messung des einen Auflagepunktes durch einen Signalgeber erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativbewegung eines das Verformwerkzeug (6) umgebenden Gehäuses (2) zu einer das Gehäuse (2) haltenden Tragkonstruktion (1) beim Auftreffen des Verformwerkzeuges (6) auf dem zu verformenden Verbindungselement (11) gemessen wird, worauf die Bestimmung des Abstandes zwischen den zwei Auflagepunkten erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in einer jeweiligen oberen Nulllage von Verformwerkzeug (6) und Taster (7) die gemessene Kapazität einem Eichwert gleichgesetzt wird.

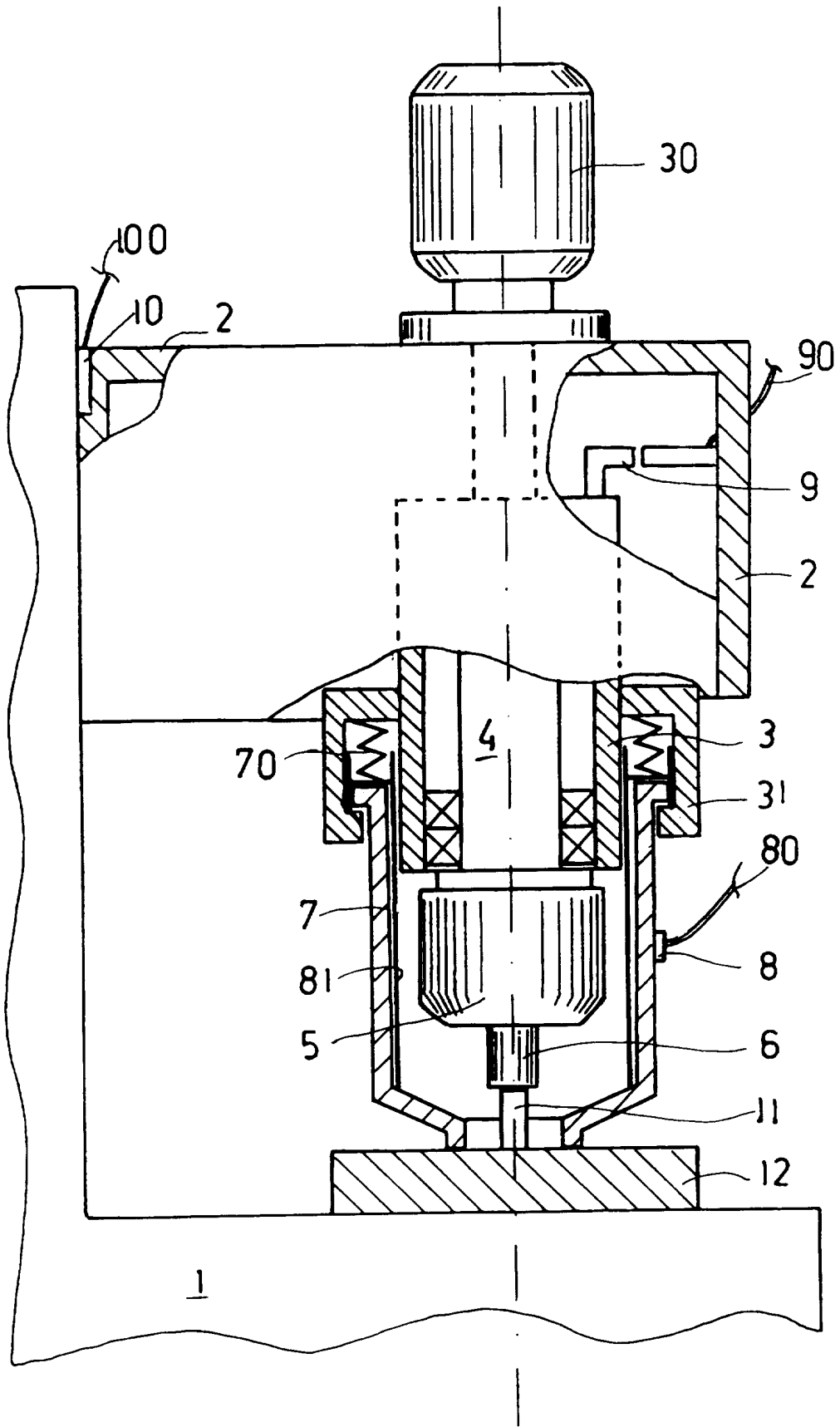
7. Vorrichtung mit einer Tragkonstruktion (1) zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, die eine in einem Gehäuse (2) geführte Pinole (3) und ein Verformwerkzeug (6) aufweist, die gemeinsam axial verschiebbar sind bis zur Auflage des Verformwerkzeuges (6) auf einem zu verformenden Verbindungselement (11), wobei das Verformwerkzeug (6) einen ersten Messfühler bildet, der mit mindestens einem Messelement (9, 10) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen zweiten Messfühler in Form eines Tasters (7) aufweist, der axial verschiebbar ist bis zur Auflage an einem zu verbindenden Werkstück (12) und dass dieser Taster mit einem weiteren Messelement (8) verbunden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Taster (7) ein Niederhalter oder Abstreifer ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Taster (7) die Pinole (3) mindestens teilweise umgibt, dass die Eintauchtiefe der Pinole (3) veränderbar ist und dass Pinole (3) und Taster (7) einen Kondensator eines Kapazitätsmesselementes (8) bilden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Taster (7) gefedert in einem fest mit der Pinole (3) verbundenen Rahmen (31) gelagert ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Tragkonstruktion (1) und dem Gehäuse (2) ein Dehnmessstreifen (10) zur Ermittlung des Auftreffzeitpunktes des Verformwerkzeuges (6) auf dem Verbindungselement (11) angeordnet ist.



Figur