



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.04.2020 Patentblatt 2020/18

(51) Int Cl.:
H01R 43/048^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19205398.1**

(22) Anmeldetag: **25.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Schäfer, Alexander**
76669 Bad Schönborn-Langenbrücken (DE)
• **Wuhrer, Alexander**
76669 Bad Schönborn-Langenbrücken (DE)

(74) Vertreter: **Hoffmann Eitle**
Patent- und Rechtsanwälte PartmbB
Arabellastraße 30
81925 München (DE)

(30) Priorität: **26.10.2018 DE 102018218371**

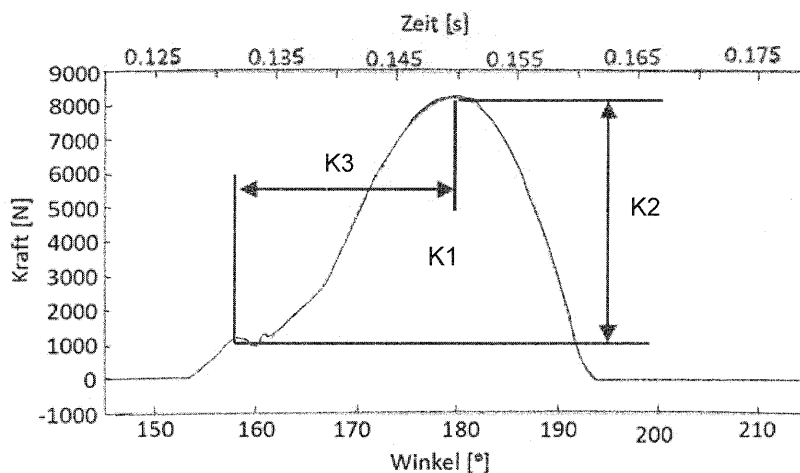
(71) Anmelder: **Schäfer Werkzeug- und Sondermaschinenbau GmbH**
76669 Bad Schönborn (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG EINER CRIMPVORRICHTUNG, ÜBERWACHUNGSEINHEIT SOWIE CRIMPVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Crimpvorrichtung, eine Überwachungseinheit sowie Crimpvorrichtung. Eine solche Crimpvorrichtung wird zur Verbindung von Kontaktteilen und elektri-

schen Leitern eingesetzt. Beispielsweise werden ein Kontaktteil und ein Leiter durch plastische Verformung des Kontaktteils kraftschlüssig miteinander verbunden.

Fig. 1



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Crimpvorrichtung, eine Überwachungseinheit sowie Crimpvorrichtung. Eine solche Crimpvorrichtung wird zur Verbindung von Kontaktteilen und elektrischen Leitern eingesetzt. Beispielsweise werden ein Kontaktteil und ein Leiter durch plastische Verformung des Kontaktteils kraftschlüssig miteinander verbunden.

Stand der Technik

[0002] Es ist bereits bekannt, während eines Crimpvorgangs eine sogenannte Crimpkraftkurve zu ermitteln. Anhand der Crimpkraftkurve kann beispielsweise festgestellt werden, ob ein erfolgreicher Crimpvorgang durchgeführt wurde, oder ob bei Durchführung des Crimpvorgangs gegebenenfalls kein Crimpkontakt in die Crimpresse eingelegt war oder eine Leitungslitze fehlte.

[0003] Beispielsweise beschreibt die DE 101 44 322 A1 ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Schneidklemmverbindung. Dabei wird in den Einpress- bzw. Fügeprozess vorzugsweise eine entsprechende Kraft- und/oder Wegsensorik eingebracht, um die sich während des Einpress- bzw. Fügeprozesses ergebenden Kräfte bzw. Wege zu erfassen, wobei die von der Sensorik gelieferten Messwerte einer Auswerteeinheit zugeführt werden, um daraus die Prozess-ist-Kurve zu ermitteln. Gemäß einer Ausgestaltung wird dabei einer jeweiligen Prozess-ist-Kurve ein prozessspezifischer Toleranzbereich zugewiesen und eine Schlecht- oder Fehlermeldung wird nur dann ausgegeben, wenn die ermittelte Prozess-ist-Kurve zumindest im Wesentlichen außerhalb dieses Toleranzbereichs liegt. Bei der Bemessung des Toleranzbereichs können insbesondere die jeweils zulässigen Prozessschwankungen berücksichtigt werden. Anhand des durchgeführten Prozesskurvenvergleichs können beispielsweise Fehler im Einpress- bzw. Fügeprozess, Materialfehler, ein jeweiliger Werkzeugbruch oder entsprechende Defekte der Einpress- bzw. Fügeeinrichtung, Kontaktierungsfehler und alle weiteren signifikanten Fertigungs- oder Produktionsfehler erfasst werden.

[0004] Ein derartiges Vorgehen hat sich zwar im Allgemeinen im Bereich der Qualitätssicherung bewährt. Allerdings kann bei Erfassung einer Abweichung außerhalb des Toleranzbereichs erst dann reagiert werden, wenn der Fehler bereits eingetreten ist. Wird festgestellt, dass die Materialzufuhr versagt, da beispielsweise der entsprechende Werkstückspeicher entleert wurde, wird der Betrieb der Crimpvorrichtung angehalten. Dies führt zu unerwünschten Stillstandzeiten der Anlage.

Gegenstand der Erfindung

[0005] Die Erfindung zielt darauf ab, die Verfügbarkeit

einer Crimpvorrichtung bei Einhaltung eines hohen Qualitätsniveaus sicherzustellen und Stillstandzeiten zu vermeiden oder zu reduzieren.

[0006] Der Gegenstand des Anspruchs 1 stellt ein entsprechendes Verfahren bereit. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen aufgeführt. Ferner betrifft die Erfindung eine Überwachungseinheit sowie eine Crimpvorrichtung.

[0007] Gemäß der Erfindung kann entsprechend frühzeitig die Produktion von Schlechtteilen (fehlerhaften Crimpverbindungen) verhindert werden. Ferner kann auf dieser Basis eine vorausschauende Instandhaltung für die Elemente einer Crimpvorrichtung, insbesondere Crimpstempel und Amboss, implementiert werden. Der Verschleißzustand und somit anstehende Wechsel kann modellbasiert vorhergesagt werden. Somit kann sich der Produktionsprozess vorab auf eine anstehende Wechselsituation einstellen und entsprechend Rüst- und/oder Stillstandzeiten deutlich reduzieren.

[0008] Die nachfolgend genannte Crimpkraftkurve kann auch als Crimpprozesskurve bezeichnet werden.

[0009] Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Überwachung einer Crimpvorrichtung bereit, das die folgenden Schritte umfasst: Erfassen einer Crimpkraftkurve (oder auch Crimpprozesskurve genannt), Ermitteln zumindest eines Kennwerts der Crimpkraftkurve, Abgleich des ermittelten Kennwerts mit zumindest einem ersten Schwellwert, der einen (Verschleiß-)Zustand eines oder mehrerer Werkzeuge, insbesondere des Crimpstempels oder des Amboss, der Crimpvorrichtung definiert.

[0010] Insbesondere kann eine solche Crimpvorrichtung einen Crimpstempel und einen Amboss umfassen, die durch eine relative Bewegung zueinander ein Kontaktelement an einem Leiter anbringen. Die Crimpkraftkurve oder Crimpprozesskurve ist der Kraftverlauf während eines Arbeitszyklus oder eines Teils hiervon. Zur Ermittlung des Kraftverlaufs kann ein Kraft- oder Drucksensor im Bereich des Crimpstempels oder des Amboss oder der Exzenterpresse vorgesehen sein.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist es vorgesehen, dass als der Kennwert das Integral der Crimpkraftkurve ermittelt wird. Das Integral entspricht der durch die Crimpvorrichtung durchgeführten Arbeit, die bei einem konkreten Umformprozess umgewandelt wird. Mit fortschreitendem Verschleiß steigt die für den Crimpvorgang benötigte Arbeit/Energie, sodass sich ein Verschleißzustand entsprechend ableiten lässt.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann als der Kennwert ein lokales Maximum ermittelt werden, das sich präzise aus der ermittelten oder dokumentierten Crimpkraftkurve/Crimpprozesskurve herauslesen lässt.

[0013] Insbesondere kann ein (erstes) lokales Maximum (k_1 ; K_2) in der Crimpkraftkurve den Zeitpunkt beschreiben, zu dem Laschen des Crimpkontakts in den Scheitelpunkten der Radien des Crimpstempels zu rollen beginnen.

[0014] Es hat sich gezeigt, dass sich das (erste) lokale Maximum in der Kraftniveau und/oder Wegposition ver-

ändert, wenn die Radien des Crimpwerkzeuges einem Verschleiß unterliegen. Somit kann beispielsweise mit dem Kraftniveau und/oder Weg- oder Winkelposition des ersten lokalen Maximums k_1 oder dessen Abstand zum Punkt der maximalen Druckkraft (unterer Totpunkt des Crimpstempels) als Kenngröße für den Verschleiß des Crimpstempels herangezogen werden.

[0015] Das Kraftniveau kann ein absolutes Kraftniveau oder ein relatives Kraftniveau, beispielsweise in Relation zur maximalen Druckkraft sein. Die Weg- oder Winkelposition kann eine absolute Weg- oder Winkelposition oder eine relative Weg- oder Winkelposition, sein, beispielsweise in Relation zur maximalen Druckkraft.

[0016] Bevorzugt kann ein (zweites) lokales Maximum (k_2) in der Crimpkraftkurve den Zeitpunkt beschreiben, bei dem sich die Laschen des Crimpkontakts berühren. Läuft hierbei der Crimpvorgang symmetrisch ab, gibt es gewissermaßen eine "Kollision" der Crimpaschen.

[0017] Dies führt zu einem entsprechenden Kraftanstieg und somit zum (zweiten) lokalen Maximum (k_2). Ein zweites lokales Maximum ist somit bei Werkzeugen so ausgebildet, dass erkennbar ist, dass der Crimpstempel noch nicht verschlissen ist. Liegt hingegen ein Verschleiß vor, findet die Vercrimpung unsymmetrisch statt, sodass auch das zweite lokale Maximum (k_2) nicht mehr ausgeprägt ist.

[0018] Das zweite lokale Maximum (k_2) kann somit ebenfalls ein Indiz für einen entsprechenden Verschleißzustand des Werkzeugs sein. Auch das zweite lokale Maximum (k_2) kann sich in das Kraftniveau und/oder Weg- oder Winkelposition bei Verschleiß der Radien des Crimpwerkzeuges verändern. Die Veränderung kann entsprechend erfasst und zur Bestimmung eines entsprechenden Verschleißgrades herangezogen werden.

[0019] Wie bereits genannt kann das Kraftniveau ein absolutes Kraftniveau oder ein relatives Kraftniveau, beispielsweise in Relation zur maximalen Druckkraft sein. Die Weg- oder Winkelposition kann eine absolute Weg- oder Winkelposition, oder eine relative Weg- oder Winkelposition, sein, beispielsweise in Relation zur maximalen Druckkraft.

[0020] Ferner wird in der Crimpkraftkurve ein lokales Minimum k_3 ausgebildet, das den Beginn der sogenannten Kompressionsphase beschreibt. Bei einem verschlissenen Werkzeug verkürzt sich der Weg zwischen dem lokalen Minimum k_3 und dem Punkt der maximalen Druckkraft. Der Abstand des lokalen Minimums k_3 zum Punkt der maximalen Druckkraft (Totpunkt der Presse) kann ebenfalls zur Bewertung des Verschleißzustandes des Werkzeuges herangezogen werden.

[0021] Wie bereits genannt kann das Kraftniveau ein absolutes Kraftniveau oder ein relatives Kraftniveau, beispielsweise in Relation zur maximalen Druckkraft sein. Die Weg- oder Winkelposition kann eine absolute Weg- oder Winkelposition, oder eine relative Weg- oder Winkelposition, sein, beispielsweise in Relation zur maximalen Druckkraft.

[0022] Es ist bevorzugt, dass der oder die Kennwerte (k_1 , k_2 , k_3) einem Bereich der Crimpkraftkurve vor Beginn einer Kompressionsphase der Crimpkraftkurve entnommen werden. In der Kompressionsphase findet eine Kompression des Crimpkontakts mit den Litzen statt.

[0023] Die zuvor beschriebenen Punkte in der Crimpkraftkurve (k_1 , k_2 , k_3) werden somit in der sogenannten Vorbereitungsphase entnommen, in der der Crimpstempel mit dem Crimpkontakt in Kontakt kommt und die Laschen des Crimpkontakts verbiegt. Es hat sich gezeigt, dass Punkte der sogenannten Vorbereitungsphase (den Bereich der Crimpkraftkurve, bevor eine Kompression des Crimpkontakts mit den Litzen stattfindet) gut geeignet sind, eine entsprechende Bewertung vorzunehmen.

[0024] Ferner hat sich als Kennwert ein Punkt k_4 am Ende der Kompressionsphase als geeignet und vorteilhaft erwiesen. Es hat sich gezeigt, dass bei einem verschlissenen Werkzeug eine Verklebung des Crimpkontakts im Crimpstempel auftreten kann, das sich durch ein weiteres lokales Minimum k_4 in der Crimpkraftkurve zeigen würde.

[0025] Ferner ist es bevorzugt, dass als der Kennwert ein zeitlicher oder wegbasierter Abstand vom lokalen Maximum ermittelt wird.

[0026] Es ist bevorzugt, dass mehrere Kennwerte ermittelt werden, und ein Abgleich des ermittelten Kennwerts jeweils mit einem zugeordneten ersten Schwellwert erfolgt. Auf diese Weise wird die Präzision weiter erhöht.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass die Crimpkraftkurve über einen Drehwinkel einer den Crimpstempel bewegendenden Presse aufgetragen ist. Diese Werte lassen sich ohne erhöhten Aufwand bestimmen, so dass eine kostengünstige Lösung bereitgestellt wird.

[0028] Der erste Schwellwert kann ein prozentualer Wert eines maximalen Verschleißwertes sein. Der prozentuale Wert wird beispielsweise empirisch, numerisch oder auf einer analytischen Basis ermittelt.

[0029] In einer Ausführungsform ist es vorgesehen, dass der erste Schwellwert in einer herstellerseitigen Datenbank oder einer cloudbasierten Datenbank hinterlegt ist. Während des Betriebs der Crimpvorrichtung kann ein Schwellwert in einen lokalen Speicher der Crimpvorrichtung geladen werden. Die Hinterlegung in einer herstellerseitigen Datenbank ermöglicht einen besonders schnellen Zugriff. Eine cloudbasierte Datenbank hingegen hat dahingehend Vorteile, dass ein universaler Zugriff von unterschiedlichen Produktionsstandorten durchgeführt werden kann.

[0030] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist es bevorzugt, dass mehrere Schwellwerte vorgesehen sind. Insbesondere kann bei Überschreiten eines ersten Schwellwerts eine Information an einen Nutzer erfolgen (beispielsweise durch eine Anzeige an einem Display der Maschine oder durch Übermittlung einer elektronischen Mitteilung), bei Überschreiten eines zweiten Schwellwerts eine Bestellung angefordert und bei einem dritten

Schwellwert ein Stillstand der Maschine ausgelöst werden. Der dritte Schwellwert ist dabei derjenige, der dem Erreichen des Zeitpunkts des maximalen Verschleißzustandes am nächsten ist oder dem Wert des maximalen Verschleißzustandes entspricht. Somit kann der Nutzer rechtzeitig über einzuleitende Schritte informiert werden.

[0031] Die Erfindung stellt ferner eine Überwachungseinheit zur Überwachung einer Crimpvorrichtung bereit. Die Überwachungseinheit ist eingerichtet, anhand einer Crimpkraftkurve einen Kennwert der Crimpkraftkurve zu ermitteln. Die Überwachungseinheit ist ferner eingerichtet, den ermittelten Kennwert mit zumindest einem ersten Schwellwert abzugleichen, der einen Zustand eines oder mehrerer Werkzeuge, insbesondere des Crimpstempels oder des Amboss, der Crimpvorrichtung definiert. Dabei kann die Überwachungseinheit zur Ausführung eines Verfahrens gemäß einem der zuvor genannten Aspekte (oder der Ansprüche 1-12) eingerichtet sein.

[0032] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Crimpvorrichtung. Die Crimpvorrichtung umfasst einen Crimpstempel und einen Amboss, einen Sensor, der eingerichtet ist, eine Crimpkraft zu ermitteln, eine Überwachungseinheit, insbesondere die zuvor genannte Überwachungseinheit oder die Überwachungseinheit nach Anspruch 13, wobei die Überwachungseinheit eingerichtet ist, anhand einer Crimpkraftkurve einen Kennwert der Crimpkraftkurve zu ermitteln, wobei die Überwachungseinheit ferner eingerichtet ist, den ermittelten Kennwert mit zumindest einem ersten Schwellwert abzugleichen, der einen Zustand eines oder mehrerer Werkzeuge, insbesondere des Crimpstempels oder des Amboss, der Crimpvorrichtung definiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0033]

Fig. 1 zeigt eine über den Drehwinkel einer Exzenterpresse beziehungsweise die (Prozess-)Zeit aufgetragene Crimpkraftkurve, die aus dem Crimpstempel-Hub resultiert, anhand derer verschiedene Kennwerte veranschaulicht werden.

Fig. 2 zeigt eine über den Verfahrensweg des Crimpstempels aufgetragene Crimpkraftkurve zum Vergleich einer Crimpvorrichtung im Ausgangszustand und einer Crimpvorrichtung mit einem verschlissenen Werkzeug.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel einer über den Verfahrensweg des Crimpstempels aufgetragenen Crimpkraftkurve.

Fig. 4 veranschaulicht eine Interaktion einer Vorrichtung mit Datenbanken

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0034] Nachfolgend wird anhand eines anschaulichen Beispiels die Erfindung näher beschrieben. Obwohl die nachfolgende Erläuterung beispielhaft, und nicht einschränkend, zu verstehen ist, können Merkmale der nachfolgenden Beschreibung auch einzeln zur Spezifizierung der Erfindung herangezogen werden.

[0035] Wie einleitend erläutert, ist es grundsätzlich bekannt, während eines Crimpvorgangs, bei dem ein Kontaktteil mit einem elektrischen Leiter verbunden wird, eine Crimpkraftkurve zu ermitteln und basierend auf dem Erfassungsergebnis eine grundlegende Überwachung der Crimpvorrichtung sowie mögliche Verarbeitungsfehler vorzunehmen. Allerdings können hierdurch keine Aussagen darüber getroffen werden, ob sich eine nicht tolerierbare Verschlechterung der Verarbeitungsqualität oder gar ein Werkzeugversagen andeutet.

[0036] Die Überwachung der Crimpvorrichtung kann in eine Überwachungseinheit der Crimpvorrichtung integriert werden, die zur Ermittlung des Crimpkraftverlaufs bereits an der Crimpvorrichtung vorgesehen ist, oder die Überwachungseinheit kann als separate Einheit ausgebildet sein. In diesem Zusammenhang ist es auch möglich, die Überwachungseinheit als Nachrüstlösung vorzusehen. Auf diese Weise können bestehende Crimpvorrichtungen erweitert werden.

[0037] Zunächst wird bei der Inbetriebnahme der Crimpvorrichtung oder einem Werkzeugwechsel eine Referenz-Crimpkraftkurve ermittelt, die einen Sollwert der Crimpvorrichtung ohne weitere Verschleißerscheinungen definiert. Die Soll-Crimpkraftkurve wird in einer Speichereinrichtung der Crimpvorrichtung oder der Überwachungseinheit, oder alternativ in einer externen Speichereinrichtung, beispielsweise einer Cloud, abgelegt und dient für die weitere Qualitätsüberwachung als Referenz.

[0038] Im Betrieb wird nachfolgend während jedes Crimpvorgangs eine Crimpkraftkurve ermittelt, die wie in den Figuren 1-2 dargestellt, über den Drehwinkel (die (Prozess-)Zeit) der Exzenterpresse oder den vom Crimpstempel zurückgelegten Weg aufgetragen werden kann. Die derart ermittelte Ist-Crimpkraftkurve wird für eine weitere Bewertung gespeichert.

[0039] Es hat sich gezeigt, dass für die Bewertung eines Verschleißzustandes der Crimpvorrichtung, insbesondere des Crimpwerkzeugs, einer der nachfolgenden Kennwerte herangezogen werden kann.

[0040] Insbesondere kann anhand der in Fig. 1 dargestellten, über den Drehwinkel der durch die Exzenterpresse aufgetragenen Crimpkraftkurve die Fläche unter der Kurve beziehungsweise das Integral des Crimpkraftverlaufs ausgewertet werden (Kennwert K1). Diese Fläche unter der Crimpkraftkurve entspricht der durch die Crimpvorrichtung durchgeführten Arbeit, die bei einem konkreten Umformprozess benötigt und umgewandelt wird. Mit fortschreitendem Verschleiß steigt die für den

Crimpvorgang benötigte Arbeit/Energie, sodass sich dies entsprechend aus der ermittelten Fläche ableiten lässt.

[0041] Als eine weitere Möglichkeit eines Kennwerts kann ein lokales Maximum herangezogen werden. Dies wird in Fig. 1 mit dem Kennwert K2 gekennzeichnet, der eine Abweichung der Kraft am lokalen Maximum zur maximalen Druckkraft (unterer Totpunkt des Crimpstempels) angibt. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine absolute Kraft als Kennwert herangezogen werden.

[0042] Ferner hat sich gezeigt, dass anhand eines zeitlichen oder wegbasierten Abstands vom lokalen Maximum ein Kennwert ermittelt werden kann (Kennwert K3), der ebenfalls zur Bewertung des Werkzeugverschleißes herangezogen werden kann.

[0043] Für jeden der zuvor genannten Kennwerte K1-K3 können ein oder mehrere Schwellwerte festgelegt werden, anhand derer festgestellt wird, dass die Werkzeuge der Crimpvorrichtung, also insbesondere der Crimpstempel und der Amboss, ersetzt werden sollten.

[0044] Der oder die Schwellwerte können als feste Werte hinterlegt sein, beispielsweise in der Steuerung der Crimpvorrichtung, einer Datenbank des Nutzers der Crimpvorrichtung oder einem Cloud-Server. Die Kennwerte können empirisch oder numerisch ermittelt sein, oder auf einer analytischen Basis beruhen.

[0045] Über die Lebensdauer einer Crimpvorrichtung kann ein Schwellwert auf Grund bestimmter Erkenntnisse zu aktualisieren sein. Um dies zu erleichtern, ist der aktualisierte Schwellwert gemäß einer Variante in einer Datenbank des Nutzers oder auf einem Cloud-Server zu hinterlegen, sodass der Schwellwert abgefragt werden kann. Alternativ ist es auch möglich, ein Update der Steuervorrichtung der Crimpvorrichtung durchzuführen, um auf diese Weise den Schwellwert zu aktualisieren.

[0046] Somit besteht anhand der vorliegenden Ausführungsform die Möglichkeit, Schlechteile zu erkennen und bereits frühzeitig zu erkennen, ob eine Produktion mit reduzierter Qualität absehbar ist.

[0047] Darüber hinaus ist es möglich, auf Grundlage der ermittelten Werte eine vorausschauende Instandhaltung für Verschleißteile der Crimpvorrichtung vorzusehen, so dass insbesondere der Crimpstempel und der Amboss gewechselt werden können. Der aktuelle Verschleißzustand und der entsprechende, mögliche Wechsel des Werkzeugs kann modellbasiert prognostiziert werden, sodass entsprechende erforderliche Werkzeugwechsel geplant und in einem bestimmten Zeitfenster durchgeführt werden können. Auf diese Weise werden überraschende Rüst- und Stillstandzeiten vermieden.

[0048] Zur Integration einer modellbasierten Verschleißzustands-Prognose in einer Crimpkraftüberwachung/ Crimpprozessüberwachung kann zu Beginn der Fertigung ein Kennwert K_{iC1} der Neuteile dokumentiert werden. Dieser Wert dient als Referenz für einen Kennwert K_{iCi} zu einem beliebigen Zeitpunkt i vor Erreichen des Zeitpunkts des maximalen oder kritischen Verschleißzustandes (K_{iC2}). Zur Erfassung des

Verschleißfortschritts kann beispielsweise eine relative Differenz gebildet werden:

$$\Delta K_i = \frac{K_{iC1} - K_{iCi}}{K_{iC1}}$$

[0049] Für diese relative Differenz können ebenfalls Schwellwerte definiert werden, bei denen ein kritischer Verschleißzustand der Verschleißteile erreicht wird (zum Beispiel K_{iC2}). Der Wert K_{iC2} kann hierbei beispielsweise auf Grund empirischer oder numerischer Basis oder auf Grundlage analytischer Berechnungen ermittelt worden sein.

[0050] Für ΔK_i zur Erfassung des Verschleißfortschritts kann somit ein Schwellwert gesetzt werden, bei dessen Überschreiten ein Verschleißteilwechsel gefordert wird. Um frühzeitiger reagieren zu können und somit Schlechteile zu vermeiden, könnte eine Meldung z.B. bei Erreichen von 70% erfolgen (erster Schwellwert für eine Information an den Nutzer). Bei einer Annahme eines annähernd linearen Verschleißes über die Zeit kann beispielsweise durch Interpolation der Verschleißfortschritt angenähert werden. Alternativ kann hierbei auch ein nicht-linearer Verschleiß angenommen und entsprechend modelliert werden.

[0051] Insbesondere kann auf Grund des Überschreitens eines ersten Schwellwerts für eine Information des Nutzers eine Servicemitteilung in der Displayanzeige der Maschine erscheinen oder eine solche Nachricht an den Maschinenhersteller übermittelt werden.

[0052] Zusätzlich zum genannten Schwellwert für eine Information an den Nutzer, die beispielsweise an einem Display der Maschine angezeigt oder dem Nutzer durch eine elektronische Mitteilung übermittelt wird, ist es möglich, einen weiteren (zweiten) Schwellwert zu definieren, der den Nutzer zur Bestellung eines bestimmten Ersatzteils auffordert. Das Niveau des Schwellwerts zur Aufforderung einer Bestellung liegt zwischen dem Wert K_{iC2} (kritischer Verschleißzustand) und dem Schwellwert für eine Information an den Nutzer.

[0053] Auf diese Weise kann ein Bestellvorgang ausgelöst oder vorbereitet werden, um beispielsweise den Crimpstempel oder Amboss nachzubestellen. Somit erreicht das nachbestellte Werkzeug den Produzenten rechtzeitig bevor ein Austausch des entsprechenden Werkzeuges zwingend erforderlich wäre. Der Produzent kann den Zeitpunkt des Austausches des Werkzeuges in den täglichen Arbeitsablauf integrieren, beispielsweise wenn ohnehin ein Stillstand der Maschine aus anderen Gründen vorgesehen ist.

[0054] Ferner kann ein dritter Schwellwert definiert werden, der zwischen dem Wert K_{iC2} (kritischer Verschleißzustand) und dem zweiten Schwellwert liegt. Bei Überschreiten des dritten Schwellwerts wird ein Stillstand der Maschine bedingt.

[0055] Fig. 2 zeigt eine Crimpkraftkurve, die über den Weg des Crimpstempels aufgetragen ist. Die Crimpkraft-

kurve C1 veranschaulicht den Verlauf eines Crimpvorgangs mit Crimpwerkzeugen (Crimpstempel und Amboss), die als neu betrachtet werden. Mit der Crimpkraftkurve C2 wird ein Crimpvorgang dargestellt, bei dem die Crimpwerkzeuge (Crimpstempel und Amboss) bereits verschlissen sind und in absehbarer Zeit ausgetauscht werden müssen.

[0056] In Fig. 3 wird eine Crimpkraftkurve C3 dargestellt, die, ähnlich wie die Crimpkraftkurven in Fig. 2, über den Weg des Crimpstempels aufgetragen ist. Unterschiede im Verlauf der Crimpkraftkurve ergeben sich auf Grund eines spezifischen, verarbeiteten Crimpkontakttyps.

[0057] In der Crimpkraftkurve sind mehrere Kennwerte k_1 , k_2 , k_3 sowie k_4 eingezeichnet. Zu diesen Kennwerten sind die entsprechenden Positionen eines Crimpstempels 100 dargestellt, in den ein Crimpkontakt mit Crimplaschen 200 sowie zwischen den Crimplaschen 200 liegenden Litzen eingelegt ist. Eine Bewertung kann, wie voranstehend erläutert, durchgeführt werden.

[0058] Der Kennwert k_1 ist dabei ein erstes lokales Maximum der Crimpkraftkurve C3. Das erste lokale Maximum k_1 beschreibt den Zeitpunkt in der Crimpkraftkurve C3, zu dem Laschen 200 des Crimpkontakts in den Scheitelpunkten der Radien des Crimpstempels zu rollen beginnen. Es hat sich gezeigt, dass sich das erste lokale Maximum in der (Kraftniveau und/oder Wegposition) verändert, wenn die Radien des Crimpwerkzeuges einem Verschleiß unterliegen. Somit kann mit der Position (Kraftniveau) des ersten lokalen Maximums k_1 oder dessen Abstand zum Punkt der maximalen Druckkraft (unterer Totpunkt des Crimpstempels 100) als Kenngröße für den Verschleiß des Crimpstempels herangezogen werden.

[0059] Ein zweites lokales Maximum k_2 beschreibt den Zeitpunkt im Verlauf der Crimpkraftkurve C3, bei dem sich die Laschen 200 des Crimpkontakts berühren. Läuft hierbei der Crimpvorgang symmetrisch ab, gibt es gewissermaßen eine "Kollision" der Crimplaschen. Dies führt zu einem entsprechenden Kraftanstieg und somit zum zweiten lokalen Maximum k_2 . Ein zweites lokales Maximum ist somit bei Werkzeugen so ausgebildet, dass erkennbar ist, dass der Crimpstempel noch nicht verschlissen ist. Liegt hingegen ein Verschleiß vor, findet die Verdringung unsymmetrisch statt, sodass auch das zweite lokale Maximum k_2 nicht mehr ausgeprägt ist. Das zweite lokale Maximum k_2 ist somit ebenfalls ein Indiz für einen entsprechenden Verschleißzustand des Werkzeuges. Auch das zweite lokale Maximum k_2 kann sich in der Position (Kraftniveau und/oder Wegposition) bei Verschleiß der Radien des Crimpwerkzeugs verändern. Die Veränderung kann entsprechend erfasst und zur Bestimmung eines entsprechenden Verschleißgrades herangezogen werden.

[0060] Ferner ist in der Crimpkraftkurve gemäß Fig. 3 ein lokales Minimum k_3 eingezeichnet, das den Beginn der sogenannten Kompressionsphase beschreibt. Bei einem verschlissenen Werkzeug verkürzt sich der Weg

zwischen dem lokalen Minimum k_3 und dem Punkt der maximalen Druckkraft. Der Abstand des lokalen Minimums k_3 zum Punkt der maximalen Druckkraft (Totpunkt der Presse) kann ebenfalls zur Bewertung des Verschleißzustandes des Werkzeuges herangezogen werden.

[0061] Die zuvor beschriebenen Punkte in der Crimpkraftkurve (k_1 , k_2 , k_3) werden in der sogenannten Vorbereitungsphase entnommen, in der der Crimpstempel mit dem Kontakt in Kontakt kommt und die Laschen des Crimpkontakts verbiegt. Es hat sich gezeigt, dass Punkte der sogenannten Vorbereitungsphase (den Bereich der Crimpkraftkurve, bevor eine Kompression des Crimpkontakts mit den Litzen stattfindet) gut geeignet sind, eine entsprechende Bewertung vorzunehmen.

[0062] Ferner ist in Fig. 3 ein Punkt k_4 am Ende der Kompressionsphase eingezeichnet. Es hat sich gezeigt, dass bei einem verschlissenen Werkzeug eine Verklebung des Crimpkontakts im Crimpstempel auftreten kann, das sich durch ein weiteres lokales Minimum k_4 in der Crimpkraftkurve zeigen würde. In Fig. 4 ist ein solches weiteres lokales Minimum im Bereich des Punkts k_4 nicht gegeben.

[0063] Zur Bewertung des Verschleißzustandes des Crimpwerkzeuges, insbesondere des Crimpstempels, kann auf einem der zuvor genannten Punkte k_1 - k_4 jeweils einzeln oder in Kombination mit anderen Punkten zurückgegriffen werden.

[0064] In Fig. 4 wird eine Kommunikation einer bei einem Nutzer betriebenen Crimpvorrichtung X1 anschaulich dargestellt. Insbesondere kann die Crimpvorrichtung X1 über ein lokales Netzwerk mit einer nutzerseitigen Datenbank X2 kommunizieren, in der vorrichtungsspezifische Informationen hinterlegt sind. Ferner liegt eine Kommunikationsschnittstelle vor, die es der Crimpvorrichtung X1 erlaubt, mit einer cloudbasierten Datenbank C zu kommunizieren. In der cloudbasierten Datenbank C können beispielsweise Kennwerte und Schwellwerte dokumentiert und verwaltet werden.

[0065] Herstellerseitig wird eine Kommunikationsschnittstelle sowie eine herstellerseitige Datenbank Y bereitgehalten, die eine internetbasierte Kommunikation mit der cloudbasierten Datenbank C ermöglicht. Auf diese Weise können beispielsweise herstellerseitig ermittelte Daten in eine Neubewertung von Schwellwerten oder Ähnlichem, die in der cloudbasierten Datenbank C gespeichert sind, einfließen.

[0066] In Fig. 4 ist ferner eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen der herstellerseitigen Datenbank Y und der Crimpvorrichtung X1 vorgesehen, die beispielsweise als Teleservice-Verbindung ausgebildet ist. Ferner kann der Nutzer ggf. einen Datenaustausch zwischen der nutzerseitigen Datenbank X2 und der herstellerseitigen Datenbank Y ermöglichen. Eine solche Kommunikation kann auch lediglich einseitig, insbesondere von der herstellerseitigen Datenbank Y zur nutzerseitigen Datenbank X2, ermöglicht werden, um dem Nutzer spezifische Daten für den Betrieb der Crimpvorrichtung X1 bereitzu-

stellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Crimpvorrichtung, umfassend die Schritte:

Erfassen einer Crimpkraftkurve,
Ermitteln zumindest eines Kennwerts (K1; K2; K3; k1, k2, k3, k4) der Crimpkraftkurve (C1, C2, C3),
Abgleich des ermittelten Kennwerts mit zumindest einem Schwellwert, der einen Zustand eines oder mehrerer Werkzeuge, insbesondere des Crimpstempels oder des Amboss, der Crimpvorrichtung definiert.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als der Kennwert (K1) das Integral der Crimpkraftkurve ermittelt wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als der Kennwert ein lokales Maximum (K2; k1, k2) ermittelt wird, wobei bevorzugt ist, dass das lokale Maximum (k1) der Crimpkraftkurve einen Zeitpunkt in der Crimpkraftkurve beschreibt, bei dem Laschen (200) eines Crimpkontakts in den Scheitelpunkten der Radien des Werkzeugs, insbesondere Crimpstempels, zu rollen beginnen, und/oder das lokale Maximum (k2) den Zeitpunkt in der Crimpkraftkurve beschreibt, bei dem sich Laschen (200) eines Crimpkontakts berühren.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als der Kennwert ein lokales Minimum (k3) ermittelt wird, wobei das lokale Minimum (k3) den Beginn einer Kompressionsphase beschreibt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als der Kennwert (K3) ein zeitlicher oder wegbasierter Abstand vom lokalen Maximum oder lokalem Minimum ermittelt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kennwert (k4) ein Wert der Crimpkraftkurve ermittelt wird, der ein Ende einer Kompressionsphase beschreibt.

7. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Kennwerte (K1; K2; K3; k1, k2, k3, k4) ermittelt werden, und ein Abgleich des ermittelten Kennwerts jeweils mit einem zugeordneten Schwellwert erfolgt.

8. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen An-

sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Crimpkraftkurve über einen Drehwinkel einer den Crimpstempel bewegendes Presse oder einer Prozesszeit aufgetragen ist.

9. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwellwert ein prozentualer Wert eines maximalen Verschleißwertes ist.

10. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwellwert in einer herstellereitigen Datenbank (Y) oder einer cloudbasierten Datenbank (C) hinterlegt ist.

11. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Schwellwerte vorgesehen sind, wobei bevorzugt ist, dass bei Überschreiten eines ersten Schwellwerts eine Information an einen Nutzer erfolgt, bei Überschreiten eines zweiten Schwellwerts eine Bestellung angefordert wird und bei einem dritten Schwellwert ein Stillstand der Maschine ausgelöst wird.

12. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erfassung des Verschleißfortschritts eine relative Differenz anhand folgender Formel ermittelt wird:

$$\Delta Ki = \frac{Ki_{Ci} - Ki_{C1}}{Ki_{C1}}$$

wobei Ki_{C1} ein Kennwert für ein Neuteil und Ki_{Ci} ein Kennwert zu einem Zeitpunkt i vor Erreichen des Schwellwerts, insbesondere des Zeitpunkts des maximalen Verschleißzustandes (Ki_{C2}), ist.

13. Überwachungseinheit zur Überwachung einer Crimpvorrichtung, wobei die Überwachungseinheit eingerichtet ist, anhand einer Crimpkraftkurve einen Kennwert (K1, K2, K3; k1, k2, k3, k4) der Crimpkraftkurve zu ermitteln, wobei die Überwachungseinheit ferner eingerichtet ist, den ermittelten Kennwert (K1, K2, K3; k1, k2, k3, k4) mit zumindest einem Schwellwert abzugleichen, der einen Zustand eines oder mehrerer Werkzeuge, insbesondere des Crimpstempels oder des Amboss, der Crimpvorrichtung definiert.

14. Crimpvorrichtung, umfassend:

einen Crimpstempel und einen Amboss,
einen Sensor, der eingerichtet ist, eine Crimpkraft zu ermitteln,
eine Überwachungseinheit, wobei die Überwa-

chungseinheit eingerichtet ist, anhand einer Crimpkraftkurve einen Kennwert (K1, K2, K3; k1, k2, k3, k4) der Crimpkraftkurve zu ermitteln, wobei die Überwachungseinheit ferner eingerichtet ist, den ermittelten Kennwert (K1, K2, K3; k1, k2, k3, k4) mit zumindest einem Schwellwert abzugleichen, der einen Zustand eines oder mehrerer Werkzeuge, insbesondere des Crimpstempels oder des Amboss, der Crimpvorrichtung definiert.

15. System, umfassend eine Crimpvorrichtung gemäß Anspruch 14 sowie eine Datenbank, insbesondere eine nutzerseitige Datenbank (X2) und/oder eine cloudbasierte Datenbank (C), wobei der Schwellwert in der Datenbank gespeichert ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

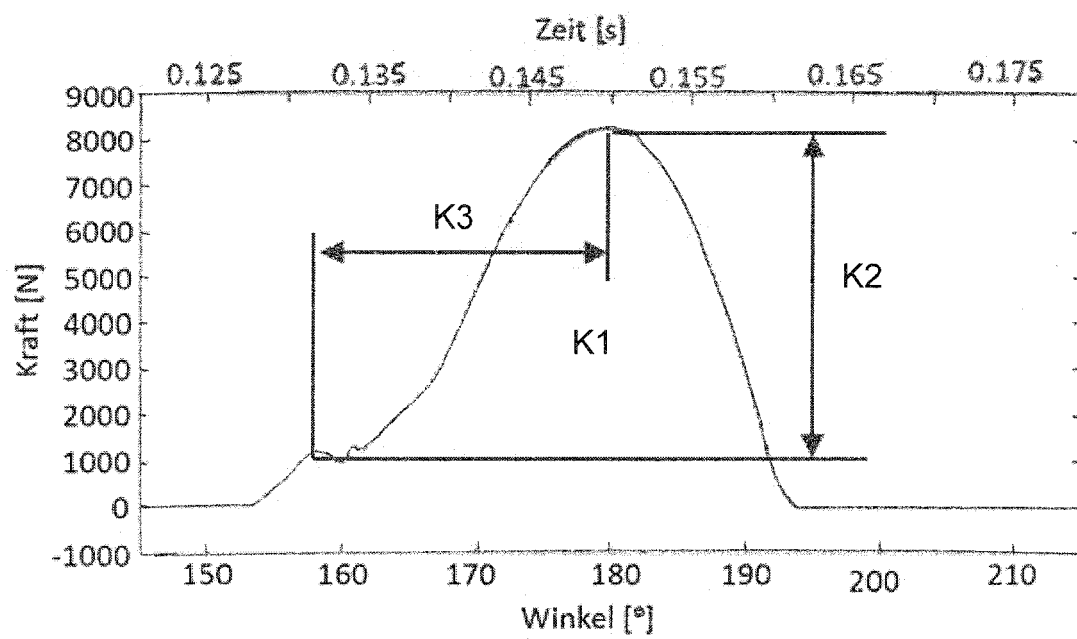


Fig. 2

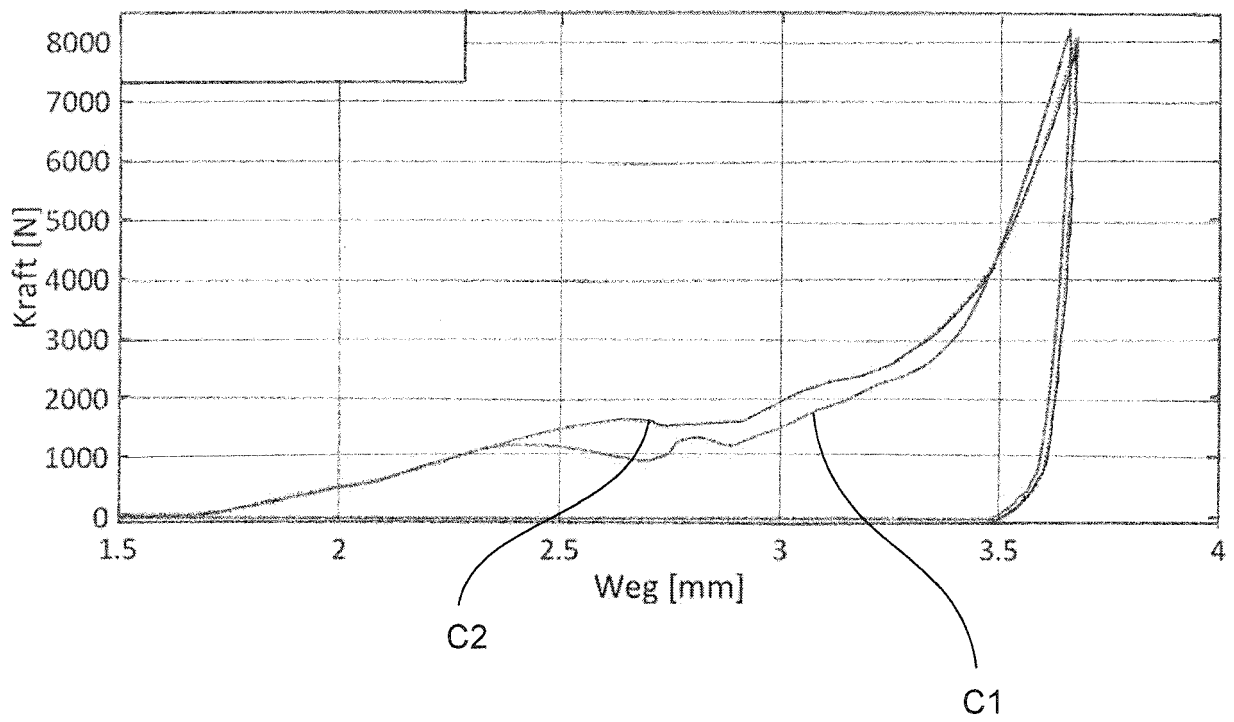


Fig. 3

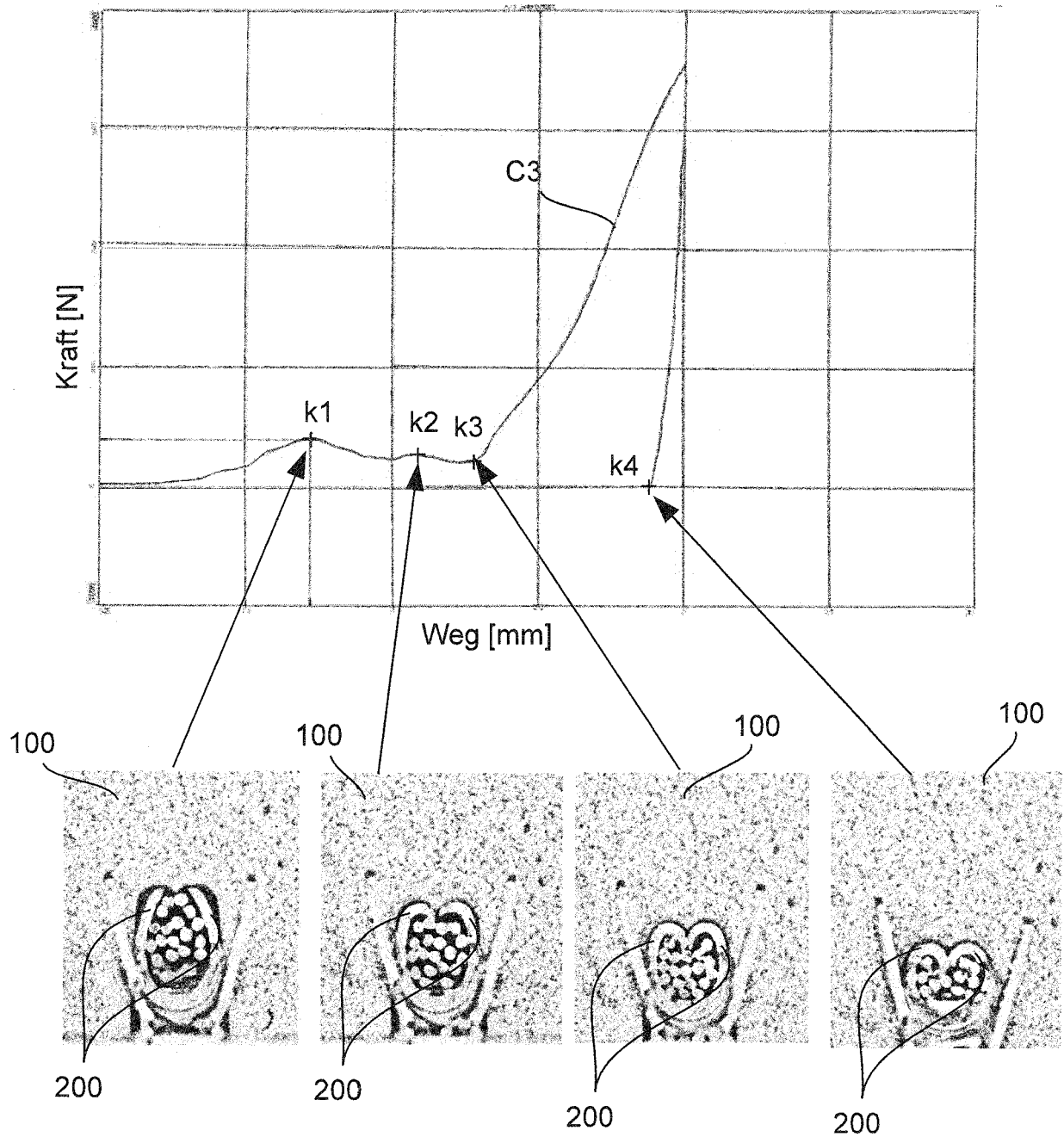
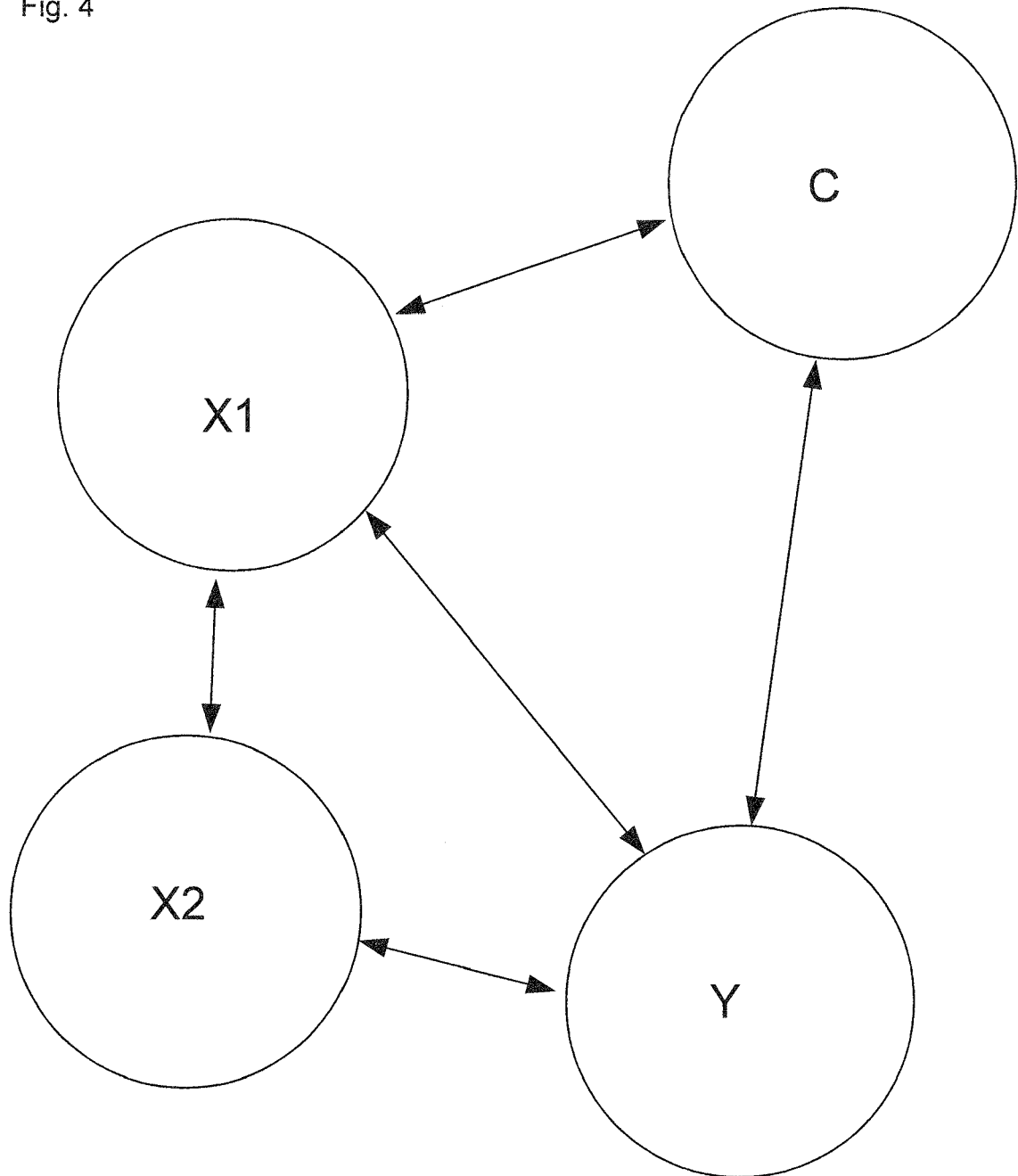


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 5398

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 6 418 769 B1 (SCHREINER LOTHAR [DE]) 16. Juli 2002 (2002-07-16) * Abbildungen 1,3,5 * * Spalte 3, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 58 * * Zusammenfassung *	1,2,7, 13-15 3-6,8-12	INV. H01R43/048
X A	US 2010/139351 A1 (BRUHIN LEO [CH]) 10. Juni 2010 (2010-06-10) * Abbildungen 10a,10b,11,12,13,14,15,16a,16b * * Absatz [0013] * * Absatz [0062] *	1,2,7,9, 11-15 3-6,8,10	
X	EP 1 071 174 A2 (YAZAKI CORP [JP]) 24. Januar 2001 (2001-01-24) * Abbildungen 5a,5b,6a,6b,6c,6d,6e,18 * * Absatz [0002] * * Absatz [0005] * * Absatz [0013] * * Absatz [0016] * * Absatz [0034] - Absatz [0036] *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2020	Prüfer Skaloumpakas, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 20 5398

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-02-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 6418769	B1	16-07-2002	AT 315283 T		15-02-2006
				DE 19843156 A1		20-04-2000
				EP 0989636 A2		29-03-2000
				US 6418769 B1		16-07-2002
20	US 2010139351	A1	10-06-2010	CN 101713648 A		26-05-2010
				EP 2173015 A1		07-04-2010
				US 2010139351 A1		10-06-2010
25	EP 1071174	A2	24-01-2001	DE 60018233 T2		12-01-2006
				EP 1071174 A2		24-01-2001
				JP 2001035628 A		09-02-2001
				PT 1071174 E		31-05-2005
				TR 200002154 A2		21-08-2001
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10144322 A1 [0003]