(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 173 015 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

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

(21) Anmeldenummer: **09172082.1**

(22) Anmeldetag: **02.10.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **02.10.2008 EP 08165675**

(71) Anmelder: **Komax Holding AG**
6036 Dierikon (CH)

(72) Erfinder: **Bruhin, Leo**
6006 Luzern (CH)

(74) Vertreter: **Blöchle, Hans et al**
Inventio AG,
Seestrasse 55
Postfach
6052 Hergiswil (CH)

(54) **Verfahren zur Bestimmung der Qualität einer Crimpverbindung zwischen einem Leiter und einem Kontakt**

(57) Bei dem Verfahren zur Bestimmung der Qualität einer Crimpverbindung zwischen einem Leiter und einem Kontakt wird zunächst mittels einer Crimpeinrichtung eine Crimpkraft auf den Leiter und den Kontakt ausgeübt. Aus der sich während des Crimpens ergebende Crimpkraftkurve wird eine normalisierte Kraft-Weg Crimpkraftkurve (C1; C2; R) abgeleitet und eine Kompressionsfläche ermittelt, die unter einer Referenzcrimpkraftkurve (R) liegt. Die Crimpkraftkurve (C1; C2) und die Referenzcrimpkraftkurve (R) werden in mehrere Zonen (Ziso, Zmc) aufgeteilt, wobei die Aufteilung unter Berücksichtigung der Grösse der Kompressionsfläche erfolgt. Eine weitere unter der Crimpkraftkurve (C1; C2; R) liegende Fläche wird ermittelt und verwendet um auf die Qualität der Crimpverbindung zu schliessen.

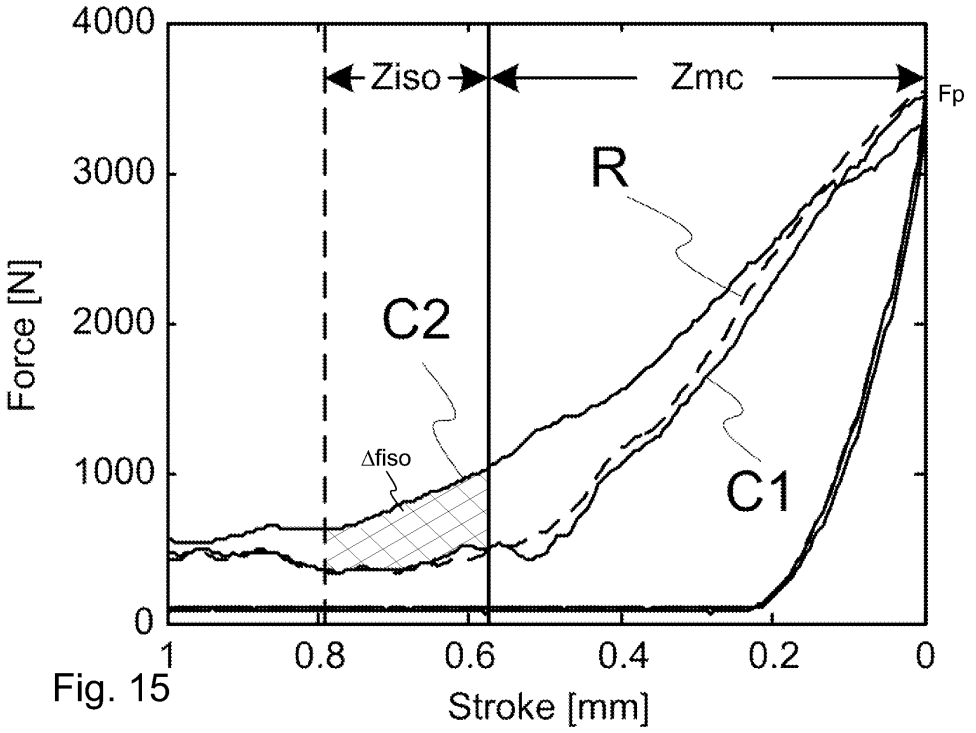


Fig. 15

EP 2 173 015 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Qualität einer Crimpverbindung zwischen einem Leiter und einem Kontakt, wobei eine Crimpeinrichtung eine Crimpkraft erzeugt, mittels welcher der Kontakt mit dem Leiter elektrisch und mechanisch unlösbar verbindbar sind.

[0002] Der Begriff "Crimpen" ist international eingeführt und normungstechnisch festgelegt. In der Praxis werden aber auch Ausdrücke wie Pressen, Quetschen, Anschlagen oder Ansetzen benutzt. Unter Crimpen versteht man die Herstellung einer nicht lösbaren elektrischen und mechanischen Verbindung zwischen einem Leiter und einem Kontakt. Beim Crimpvorgang wird das zu verbindende Material des Crimpkontakts und des Leiters plastisch, dauerhaft verformt. Dabei werden, falls vorhanden, schlecht leitende Oberflächenschichten aufgebrochen, was die elektrische Leitfähigkeiten begünstigt. Eine korrekte Crimpung verhindert aber auch das Eindringen korrosiver Medien selbst unter erschwerten Betriebsbedingungen wie Temperaturwechsel oder Vibration.

[0003] Ziel der Crimpung ist die Herstellung einer guten mechanischen und elektrischen Verbindung, die auf die Dauer qualitativ unverändert bleibt.

[0004] Zum Crimpen werden kontaktspezifische Crimpwerkzeuge verwendet mit einem feststehenden Crimpamboss unten und vertikal verschiebbaren Crimpstempeln oben (siehe Figur 1 bis Figur 3). Im Crimpwerkzeug sind der Crimpstempel für den Leitercrimp und der Crimpstempel für den Isolationscrimp montiert, welche meistens über Rasterscheiben mit unterschiedlichen Höhennocken unabhängig voneinander in vertikaler Richtung auf den Leiterdurchmesser beziehungsweise Isolationsdurchmesser eingestellt werden können. Diese Einstellungen beeinflussen direkt die Qualität der Crimpverbindung.

[0005] Bei offenen Crimpkontakten (siehe Figur 4 und Figur 5) erfolgt die Kabelzuführung oberhalb des Kontaktes. Der zuvor abisolierte Leiter wird üblicherweise von Automaten gleichzeitig in radialer und axialer Richtung gegenüber dem Kontakt korrekt für den Crimpvorgang positioniert. Durch die Abwärtsbewegung des Crimpstempels wird zuerst der Leiter über eine Mechanik in die nach oben geöffneten Leiter- und Isolationscrimpkrallen abgesenkt, danach beginnt der eigentliche Crimpvorgang mit Umformen der Laschen entsprechend der Crimpstempelformen. Nach dem Hub des Crimpstempels hat der Crimp die gewollte Formverpressung (siehe Figur 5), die wiederum vom verwendeten Kontaktblech, vom Leiterquerschnitt, vom Kupfer des Leiters und von der Abisolierung abhängig ist. Bei geschlossenen Kontakten muss der Leiter nach der radialen Ausrichtung axial in den als Rohr ausgeformten Crimpbereich des Kontakts eingefahren werden.

[0006] Ein Schnittbild einer fehlerfrei ausgeführten Crimpverbindung zeigt die ursprünglich einzelnen runden Litzen des Leiters kompakt zu Vielecken gegeneinander gepresst. Die innere Fläche im Crimpbereich des Kontaktes zeigt Verformungen der Berührungsstellen der einzelnen Litzen.

[0007] Eine wichtige Kenngrösse für den Verpressungsgrad des Leitercrimps ist das Crimp Kompressions-Verhältnis CCR, definiert als Verhältnis von Querschnittfläche des gecrimpten Leitercrimps CCS zu der Summe der Querschnittflächen des Leiters WCS und des Kontaktteils TCS vor der Verformung.

$$CCR = \frac{CCS}{WCS + TCS} \cdot 100\%$$

[0008] Ein Qualitätsziel ist es, ein bestimmtes Crimp-Kompressions-Verhältnis CCR einzuhalten, und zwar unabhängig davon welcher Leiterquerschnitt verarbeitetet wird. Dies wird erreicht, indem für jeden Leiterquerschnitt die entsprechende Crimphöhe vorgegeben wird.

[0009] Beim Leitercrimp müssen alle einzelnen Litzen umfasst sein. Am vorderen Ende des Leitercrimps müssen die einzelnen Litzen je nach Querschnitt etwa 0,5 mm herausragen und dürfen nicht im Crimp verschwinden. In dem zwischen dem Leitercrimp und dem Isolationscrimp liegenden Fenster müssen Leiter und Leiterisolation sichtbar sein. Der Isolationscrimp muss die Isolation umschliessen ohne in diese einzudringen.

[0010] Wichtige Kriterien für die Beurteilung einer Crimpverbindung sind die Crimpform, die Crimphöhe als Mass für das Crimp-Kompressions-Verhältnis und die Leiterausreiss-Festigkeit. Diese Kriterien eignen sich aber nur beim Einrichten der Crimpmaschine und während der Produktion bei Stichproben. Um den heutigen Qualitätsanforderungen für sämtliche Crimpverbindungen zu genügen, müssen Mittel zur Verfügung stehen, welche über jede Crimpverbindung während des Crimpvorganges Crimpdaten aufnehmen, auswerten, speichern und ergebnisorientiert Maschinendaten beeinflussen können. Zur Beurteilung der Crimpverbindung (ohne mechanische Zerstörung der Crimpverbindung) wird die Crimpkraft in Relation zum Crimpweg oder zur Crimpzeit gesetzt. Mit entsprechender Auswertung der Crimpdaten

kann die Güte einer Crimpverbindung verlässlich beurteilt werden.

[0011] Ein Verfahren beziehungsweise eine Einrichtung zur Beurteilung der Qualität einer Crimpverbindung muss Crimpfehler wie falsche Isolationscrimp-Höhe, falsche Leitercrimp-Höhe, nicht erfasste Litzen beim Leitercrimp, falsche oder keine Abisolierlänge, falsche Einlegetiefe oder beim Abisolieren abgeschnittene Litzen erkennen und entsprechende Fehlermeldungen erzeugen.

Stand der Technik

[0012] Aus der Anmeldeschrift EP 0 460 441 ist ein Verfahren zur Detektion von fehlenden Litzen oder von eingecrimpter Leiterisolation in einer Crimpverbindung anhand des Crimpkraftverlaufes bekannt geworden. Während eines Crimpvorganges werden Wertepaare bestehend aus Crimpkraft und Position des Crimpstempels gemessen und gespeichert. Die während der Herstellung einer Crimpverbindung gemessenen Wertepaare ergeben den Crimpkraftverlauf des Crimpvorganges mit der Crimpkraft in Abhängigkeit der Position des Crimpstempels. Der Kurvenabschnitt mit starkem Kraftanstieg wird linearisiert und ein Punkt aus dem Mittel der minimalen und maximalen Crimpkraft bestimmt. Der Punkt wird mit einem Referenzwert verglichen. Falls der Punkt innerhalb einer vorbestimmten Abweichung vom Referenzwert liegt, ist die Crimpverbindung von akzeptabler Qualität. Bei der Auswertung des Crimpkraftverlaufes des Crimpvorganges wird auch die maximale Crimpkraft mitberücksichtigt. Falls die maximale Crimpkraft gegenüber einem Referenzwert übermässig abweicht, wird die Crimpverbindung als unbrauchbar zurückgewiesen. Der Punkt im Kurvenabschnitt mit starkem Kraftanstieg und die maximale Crimpkraft geben Aufschluss über fehlende Litzen beziehungsweise über eingecrimpte Leiterisolation in der Crimpverbindung.

[0013] Bei einer marktgängigen Crimppresse erfasst ein Kraftsensor während des Crimpvorganges die Kraft, die in digitaler Form als kraftabhängiger Kurvenverlauf abgespeichert wird. Dieser wird mit einer Referenzkurve verglichen. Je nach Grösse der Abweichung zur Referenz wird auf den Typ des Crimpfehlers geschlossen.

[0014] Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass trotz grossem Rechner-, Speicher- und Rechenaufwand keine differenzierte Aussage über die Qualität der Crimpverbindung möglich ist.

[0015] Zudem ist aus dem Stand der Technik EP 0 902 509 B1 eine Crimpeinrichtung mit einem Crimpstempel bekannt, mit dem ein Kontakt mit einem Leiter verbunden werden kann. Die Crimpeinrichtung umfasst einen oberhalb des Crimpstempels angeordneten Kraftsensor, um die Crimpkraft zu bestimmen.

[0016] Um die Qualität der Crimpverbindung zu ermitteln, wird die Crimpkraftkurve aufgezeichnet und in mehrere Zonen aufgeteilt. Zur Bestimmung der Breite der ersten und der zweiten Zone wird die vierte Zonenbreite mit einem Faktor zwischen 0 und 2 multipliziert. Der höchste Punkt auf der Referenzcrimpkraftkurve wird auf 100% normiert. Die dritte Zonenbreite wird dann durch die beiden 90%-Punkte auf der Referenzcrimpkraftkurve bestimmt.

Darstellung der Erfindung

[0017] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, bei denen die oben genannten Nachteile vermieden werden und die zu einer verbesserten Qualitätssicherung führen.

[0018] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäss Patentanspruch 1 gelöst.

[0019] Zudem wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäss den Patentansprüchen 11 und 12 gelöst.

[0020] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass mit der besseren Auflösung der Fehler eine Qualitätssteigerung möglich ist, dass mit der sensibleren Fehlerdiagnose weniger Ausschuss entsteht und dass Folgefehler, beispielsweise eine Panne eines Personenwagens wegen Wackelkontaktes in einer Steckerverbindung vermieden werden.

[0021] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den abhängigen Patentansprüchen angegebenen Merkmalen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] Im folgenden wird die Erfindung mit mehreren Ausführungsbeispielen anhand von mehreren Figuren weiter erläutert.

Figur 1 zeigt einen Kabel und einen Kontakt vor dem Crimpen.

Figur 2 zeigt das Kabel und den Kontakt während des Crimpens.

Figur 3 zeigt das Kabel und den Kontakt nach dem Crimpen.

Figur 4 zeigt eine Crimpverbindung zwischen dem Leiter und einem Kontakt.

Figur 5 zeigt die Crimpverbindung im Querschnitt.

Figur 6a zeigt einen Kontakt und einen Leiter vor dem Crimpen im Querschnitt.

Figur 6b zeigt den Kontakt und den Leiter nach dem Crimpen im Querschnitt.

Figur 7 zeigt eine Crimppresse in einer dreidimensionalen Ansicht.

Figur 8 zeigt ein Blockdiagramm einer ersten Ausführungsform einer Steuerung zusammen mit einem Teil der Crimppresse.

Figur 9 zeigt ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführungsform der Steuerung zusammen mit einem Teil der Crimppresse.

Figur 10a zeigt eine Kraft-Winkel-Kurve, die mit der Steuerung gemäss Figur 9 aufgenommen wurde.

Figur 10b zeigt eine aus der Kraft-Winkel-Kurve gemäss Figur 10 a) transformierte Kraft-Weg-Kurve.

Figur 11 zeigt ein Diagramm, in dem der Verlauf der auf 1 normalisierten Crimpkraft in Abhängigkeit vom Weg dargestellt ist mit einem Parameter csiA, der den Beginn der Kompressionsphase kennzeichnet.

Figur 12 zeigt den gleichen Verlauf der Crimpkraft wie in Figur 11, allerdings mit einem Parameter csiB, der die Breite der Dekompressionsphase kennzeichnet.

Figur 13 zeigt den gleichen Verlauf der Crimpkraft wie in Figur 11, allerdings mit einem Parameter csiC, der die Fläche der Kompression kennzeichnet.

Figur 14 zeigt einen Verlauf der Crimpkraft, welcher in zwei Auswertezonen Ziso und Zmc unterteilt ist.

Figur 15 zeigt den Kraft-Weg-Verlauf für einen fehlerlosen Referenzcrimp R, einen fehlerhaften Crimp C1 mit 10% fehlenden Litzen und einen fehlerhaften Crimp C2 mit eingecrimpter Isolation.

Figur 16a zeigt eine Verteilungsdichtefunktion für den Fall, dass die Gewichtungsfaktoren S1, S2 und S3 gleich gross sind.

Figur 16b zeigt eine Verteilungsdichtefunktion für den Fall, dass die Gewichtungsfaktoren S1, S2 und S3 optimal gewählt wurden, so dass die Streuung der Rmc Werte minimal ist.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0023] Die Figuren 1 bis 3 zeigen einen Crimpvorgang, bei dem ein Ende eines Kabels 1, aus dem ein Stück Leiter herausragt, mit einem Kontakt 2 verbunden wird. Eine offene Crimpzone 3 des Kontaktes 2 weist eine erste Doppellasche 4 für den Isolationscrimp 5 und eine zweite Doppellasche 6 für einen Leitercrimp 7 auf. Figur 1 zeigt Crimpstempel 8, 9 in der oberen Totpunktlage. Das Ende der Leiterisolation liegt in der ersten Doppellasche 4 und das abisolierte Kabelstück liegt in der zweiten Doppellasche 6. Wie in Figur 2 gezeigt, werden beim Absenken der Crimpstempel 8, 9 die Doppellaschen 4, 6 mittels keilförmigen Ausnehmungen 10, die sich in den Crimpstempeln 8, 9 befinden, gegeneinander gepresst. Als Auflage dient ein Amboss 9.1. Ein kuppelförmiges oberes Ende der Ausnehmung 10 gibt der Doppellasche 4, 6 zusammen mit der Leiterisolation 11 beziehungsweise dem Leiter die endgültige Form. Figur 3 zeigt die fertige Crimpverbindung mit dem Isolationscrimp 5, bei dem die erste Doppellasche 4 um die Leiterisolation 11 gepresst ist, und mit dem Leitercrimp 7, bei dem die zweite Doppellasche 6 um den Leiter gepresst ist.

[0024] Figur 4 zeigt eine fehlerfreie Crimpverbindung, bei der in einem Fenster 13 die Isolation 11 des Kabels 1 und die einzelnen Litzen des Leiters 12 sichtbar sind. Am kontaktseitigen Ende des Leitercrimps 7 sind die Einzellitzen erneut sichtbar.

[0025] Figur 5 zeigt eine gute Crimpverbindung 7 im Querschnitt. Nach dem Hub der Crimpstempel 8, 9 hat der Crimp 7 die gewollte Formverpressung.

[0026] Figur 6a zeigt einen Kontakt und einen Leiter vor dem Crimpen im Querschnitt.

[0027] Figur 6b zeigt den Kontakt und den Leiter nach dem Crimpen im Querschnitt.

[0028] Figur 7 zeigt eine mögliche Ausführungsform einer Crimppresse in einer dreidimensionalen Ansicht. Die Crimppresse umfasst einen Ständer 14, der in Figur 7 zum Teil aufgebrochen dargestellt ist. Am Ständer 14 ist ein Motor 15 mit einem Getriebe 16 angeordnet. Ausserdem sind am Ständer 14 erste Führungen 17 angeordnet, an denen eine Ramme 18 geführt ist. Eine vom Getriebe 16 angetriebene Welle 19 weist am einen Ende einen Exzenterzapfen auf. Die Ramme 18 umfasst ein in den ersten Führungen 17 geführtes Gleitstück 22 und einen Werkzeughalter 23 mit Kraftsensor 23.1. Das Gleitstück 22 steht in loser Verbindung mit dem Exzenterzapfen, wobei die Rotationsbewegung des Exzenterzapfens in eine Linearbewegung des Gleitstückes 22 umgesetzt wird. Die Position des Gleitstücks 22 und damit der Ramme 18 wird mit einem Linearsensor 20 erfasst. Der maximale Hub des Gleitstückes 22 wird durch den oberen Totpunkt und den unteren Totpunkt des Exzenterzapfens 21 (Fig. 8 und 9) bestimmt. Der Werkzeughalter 23 betätigt üblicherweise das Crimpwerkzeug 8, 9 (Fig. 1), das zusammen mit einem zum Crimpwerkzeug gehörenden Amboss 9.1 die Crimpverbindung herstellt.

[0029] Figur 8 zeigt in einem Blockschaltbild eine erste Ausführungsform einer Steuerung 28 zusammen mit Teilen der in Figur 7 gezeigten Crimppresse. Die Steuerung 28 ist als Regelkreis ausgebildet und dient zum Steuern der Crimppresse. Der Regelkreis beinhaltet einen Motorregler 40, den Motor 15 und einen Winkelsensor 45 für die Erfassung des Drehwinkels der Motorwelle. Die Crimpbewegung für einen Hub wird nach einem vorgegebenen Geschwindigkeits-Winkel-Profil vom Motorregler 40 geregelt. Die Rotationsbewegung wird vom Motor 15 auf das Getriebe 16 und dann auf die Welle 19 übertragen, an deren einen Ende der Exzenterzapfen 21 angeordnet ist. Der Exzenterzapfen 21 versetzt das Gleitstück 22 der Ramme 18 in eine Linearbewegung.

[0030] Die Position des Gleitstücks 22 der Ramme 18 wird vom Linearsensor 20 erfasst. Der Linearsensor 20 umfasst einen Massstab mit äquidistant (Abstand Δs) angeordneten Positionsmarkierungen, welche am Gleitstück 22 der Ramme 18 angebracht sind. Zudem umfasst der Linearsensor 20 einen stationären Lesekopf. Der Linearsensor 20 erzeugt jeweils einen elektrischen Spannungsimpuls 48, wenn eine der Positionsmarkierungen den Lesekopf passiert.

[0031] Der Kraftsensor 23.1 misst die während des Crimpvorgangs für die Umformung aufgewendete Kraft F. Der Kraftsensor 23.1 basiert auf dem piezoelektrischen Effekt und erzeugt eine Ladung q, die proportional zur Kraft F ist. Der Proportionalitätsfaktor ist die Ladungskonstante k. Ein Kondensator 43 mit der Kapazität C ist zum Kraftsensor 23.1 parallel geschaltet und bildet mit einem nachfolgenden Spannungsverstärker 46 einen Ladungsverstärker. Die Ausgangsspannung u am Ausgang des Ladungsverstärkers beträgt:

$$u = \frac{k \cdot g}{C} \cdot F$$

wobei g der Verstärkungsfaktor des Spannungsverstärkers 46 ist.

Zudem ist ein Entladeschalter 44 vorgesehen, der die Ladung des Kondensators 43 vor jedem Crimpzyklus entlädt. Ein dem Ladungsverstärker nachgeschalteter Analog-Digitalwandler 47 digitalisiert die Ausgangsspannung u, welche die aufgewendete Kraft F repräsentiert, synchron zu den vom Linearsensor 20 gelieferten Positionsimpulsen 48. Aus der digitalisierten Kraft F und den Positionsimpulsen 48 wird die Kraft-Weg-Kurve des Crimpvorganges gebildet. Eine Steuereinheit 42 übernimmt die Speicherung und Auswertung der Kraft-Weg-Kurve.

[0032] Figur 9 zeigt eine alternative Ausführung der Steuerung 28. Diese unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäss Figur 8 zum einen dadurch, dass der Winkelsensor 45 den Drehwinkel ε der Welle 19 erfasst und dazu mit der Welle 19 in Verbindung steht. Zum anderen unterscheidet sie sich von der Ausführungsform gemäss Figur 8 dadurch, dass die Position des Gleitstücks 22 nicht vom Linearsensor 20 (Fig. 8), sondern vom Winkelsensor 45 erfasst wird. Mit Hilfe eines entsprechenden Wandlers 50 wird der vom Winkelsensor 45 gelieferte Winkel ε in einen Weg s transformiert. Aus der digitalisierten Kraft F und dem so ermittelten Weg s wird dann die Kraft-Weg-Kurve des Crimpvorganges gebildet.

[0033] Figur 10a zeigt die Kraft-Winkel-Kurve, die mit konstanten Winkelschritten $\Delta\varepsilon$ abgetastet wurde. Der 180° Punkt auf der Abszisse mit dem Winkel ε bildet den unteren Totpunkt der Ramme 18. An diesem Punkt ist die Kraft maximal. Mit der Formel:

$$s = r \cdot \left(1 + \cos(\varepsilon)\right)$$

wird der Crimpweg s aus dem Winkel ε berechnet. Dabei ist r der Abstand zwischen dem Exzenterzapfen 21 und dem Zentrum der Welle 19.

[0034] Figur 10b zeigt die mit dieser Formel aus der gemessenen Kraft-Winkel-Kurve (Fig. 10a) abgeleitete Kraft-

Weg-Kurve. Die Kraft-Weg-Kurve ist in eine Kompressionsphase K und eine Dekompressionsphase DK aufgeteilt. In den in den Figuren 10b bis 15 dargestellten Diagrammen befindet sich der Nullpunkt rechts auf der x-Achse.

Crimpsignatur

[0035] Figur 11 zeigt ein Diagramm, in dem der Verlauf der Crimpkraft in Abhängigkeit vom Weg dargestellt ist. Dieser Verlauf wird auch als Crimpsignatur bezeichnet. Dabei ist auf der x-Achse der Crimpweg, den das Gleitstück 22 der Ramme 18 zurücklegt. Der Crimpweg wird auch als Stroke bezeichnet. Auf der y-Achse ist die auf 1 normalisierte Kraft aufgetragen. Die Kraftachse ist normalisiert, weil so der Kraftsensor 23.1 (Fig. 7) nicht kalibriert sein muss. Somit reicht es aus, wenn der Kraftsensor 23.1 ein Signal liefert, das zwar proportional zur aufgebrachten Kraft F, aber nicht absolut skaliert ist. Die Normierung der Kraftachse erlaubt den Einsatz eines kostengünstigen, nicht kalibrierten Kraftsensors 23.1.

[0036] Der Crimpweg kann aus dem vom Linearsensor 20 erzeugten Positionssignal 48 abgeleitet werden.

[0037] Wenn die Crimppresse nicht über einen Linearsensor 20 verfügt, kann der Crimpweg aus dem Drehwinkel ε der Welle (Exzenterachse) 19 abgeleitet werden. Dazu wird mit dem Winkelsensor 45 der Drehwinkel ε gemessen und mit dem Wandler 50 in einen Weg transformiert.

Mit Hilfe der Formel:

[0038]

$$csiA = \frac{2A}{\gamma^2}$$

lässt sich ein Kennwert csiA bestimmen, der als Mass für den Beginn der Kompressionsphase K dient. Die Kompressionsphase beginnt dort, wo die Laschen 6 den Leiter 12 berühren. Der Kennwert csiA wird im Folgenden auch als Crimpsignatur-Index csiA bezeichnet.

[0039] Dabei ist A eine Fläche, die in der Kompressionsphase unter der Crimpkraftkurve liegt, bei einer normalisierten Kraft von 1 - γ beginnt und sich bis zur Spitzenkraft Fp = 1 erstreckt. Die Fläche A wird im Folgenden auch als Kompressionsfläche bezeichnet. γ ist eine Konstante, die vorteilhafter Weise so gewählt wird, dass ihr Wert im Bereich des konstanten Kraftanstiegs liegt. Im vorliegenden Beispiel ist γ = 0,5.

[0040] Figur 12 zeigt den gleichen Verlauf der Crimpkraft wie in Figur 11, allerdings mit einem Parameter csiB, der die Breite der Dekompressionsphase kennzeichnet.

Mit Hilfe der Formel:

[0041]

$$csiB = \frac{2B}{\gamma^2}$$

lässt sich ein Kennwert csiB als Mass für die Breite der Dekompressionsphase DK bestimmen. Die Dekompressionsphase DK beginnt, nachdem der Exzenterzapfen 21 den unteren Totpunkt erreicht hat und endet, wenn der Crimpstempel 8,9 vom Kontakt 2 entfernt wird. Der Kennwert oder Wert csiB wird im Folgenden auch als Crimpsignatur-Index csiB bezeichnet.

[0042] Dabei ist B die Grösse der Fläche, die in der Dekompressionsphase DK unter der Crimpkraftkurve liegt. Die Fläche B wird im Folgenden auch als Dekompressionsfläche bezeichnet. Der Wert der Konstante γ liegt vorteilhafter Weise im Bereich des konstanten Kraftabstiegs und ist im vorliegenden Beispiel 0,8.

[0043] Wird beispielsweise die Konstante γ zu γ = 0,8 gewählt, beginnt die Fläche B bei einer normalisierten Kraft von 1 - γ = 0,2 und erstreckt sich bis zur Spitzenkraft Fp = 1.

[0044] Es gilt:

$$Fp\ [N] = csiB\ [m] \cdot k[N/m]$$

wobei k eine Konstante ist.
Da der Crimpsignatur-Index csiB proportional zur Spitzenkraft Fp ist gilt:

$$csiB \sim Fp$$

Aus den Werten csiA und csiB berechnet sich ein weiterer Crimpsignatur-Index csiC:

$$csiC = \frac{csiA - csiB}{2}$$

[0045] Wie in Figur 13 gezeigt, entspricht der Crimpsignatur-Index csiC der Fläche des Dreiecks mit der Grundlinie csiA - csiB und der Höhe 1. Diese Fläche entspricht der Kompressionsfläche der Crimpsignatur.
[0046] Der Crimpsignatur-Index csiC kann zur Überwachung der Crimphöhe CH verwendet werden. Eine kleine Veränderung ΔCH der Crimphöhe CH bewirkt eine gleich grosse Veränderung ΔcsiC des Crimpsignatur-Indexes csiC mit umgekehrtem Vorzeichen. Es gilt also:

$$\Delta csiC = -\Delta CH$$

Aus den Crimpsignatur-Indizes csiC und csiB berechnet sich ein weiterer Crimpsignatur-Index csiD:

$$csiD = \frac{csiC}{csiB}$$

[0047] Der Crimpsignatur-Index csiD kann zur Erkennung eines Fehlers beim Einrichten der Crimpvorrichtung verwendet werden. Insbesondere kann mit dem Crimpsignatur Index csiD erkannt werden, ob der Leiter ausreichend abisoliert wurde.
[0048] Aus den Werten csiB und csiC berechnet sich ein weiterer Crimpsignatur-Index csiE:

$$csiE = csiB \cdot csiC$$

Der Crimpsignatur-Index csiE ist proportional zur Kompressionsarbeit des Crimpvorgangs, und ist somit auch proportional zum Crimp Kompressions-Verhältnis CCR:

$$csiE \sim CCR$$

[0049] Der Crimpsignatur-Index csiE kann ebenfalls zur Erkennung eines Fehlers beim Einrichten der Crimpvorrichtung verwendet werden. Insbesondere kann mit dem Crimpsignatur-Index csiE überprüft werden, ob die eingestellte Crimphöhe CH und der eingerichtete Kabelquerschnitt den Spezifikationen entsprechen.

Bestimmung der Auswertezonen

[0050] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf Figur 14 beschrieben wie aus der Crimpkraftkurve die Auswertezonen Ziso und Zmc bestimmt werden. Die Auswertezone Zmc ist weiter in N Teilzonen Z1, Z2, ..., Zi, ..., ZN unterteilt, für N > 2. N wird in den folgenden Ausführungen gleich 3 gesetzt. Figur 14 zeigt eine erste Crimpkraftkurve R bei einem Referenzcrimp, welche im Folgenden auch als Referenzcrimpkraftkurve R bezeichnet wird. Figur 14 zeigt zudem eine zweite Crimpkraftkurve E, deren Verlauf typisch für einen Leercrimp ist. Beide Crimpkraftkurven R und E weisen die gleiche Auswertezonen Ziso und Zmc auf. Die Auswertezone Zmc ist zusätzlich in drei Teilzonen Z1, Z2 und Z3 aufgeteilt.

[0051] Die Auswertezone Ziso wird herangezogen, um den Crimpfehler "Isolation im Crimp" zu erkennen. Die Auswertezone Zmc hingegen wird herangezogen, um den Crimpfehler "Fehlende Litzen" zu erkennen.

[0052] Um den Crimpfehler "Fehlende Litzen" zu erkennen, ist es von Vorteil, wenn die Auswertezone Zmc möglichst denjenigen Abschnitt der Crimpkraftkurve abdeckt, in dem die Komprimierung der Litzen erfolgt. Der Beginn der Auswertezone Zmc sollte aber nicht vor diesem Komprimierungsbereich liegen, weil sonst unnötige Rauschanteile ausgewertet werden. Deshalb erfolgt die Festlegung der Zonenbreiten mit dem Crimpsignatur-Index csiA, der, wie oben erwähnt, den Beginn der Kompressionsphase kennzeichnet.

Die Auswertezone Zmc wird wie folgt berechnet:

[0053]

$$Zmc = 0,8 \cdot W \cdot csiA = Z1 + Z2 + Z3$$

wobei W ein Parameter ist, der im Bereich von W = 0,5 bis 2,0 liegt und für den standardmässig W = 1 gilt.

[0054] Die Teilzonen Z1, Z2 und Z3 werden wie folgt bestimmt:

$$Z1 = Z2 = Z3 = Zmc / 3$$

[0055] Die Auswertezone Ziso wird wie folgt bestimmt:

$$Ziso = Zmc / 3$$

[0056] Überwachung der Crimphöhe während der laufenden Produktion

[0057] Die Crimphöhe wird mit dem Crimpsignaturindex csiC überwacht. Dazu wird der Crimpsignaturindex csiC während eines Crimpvorgangs ermittelt und mit einem Toleranzwert chTol verglichen.

[0058] Für den Fall, dass die Crimphöhe und damit der Crimpsignaturindex csiC des aktuell zu überprüfenden Crimps von der Referenz-Crimphöhe zu stark abweicht, das heisst den Toleranzwert chTol überschreitet, wird die Produktion abgeschaltet, das heisst es werden keine weiteren Crimpungen mehr durchgeführt.

Crimpfehler "Fehlende Litzen"

[0059] Mit der erfindungsgemässen Lösung kann erkannt werden, ob und auch wie viele Litzen eines Leiters 12 (Fig. 4) während des Crimpens nicht gecrimpt wurden. Figur 15 zeigt einen typischen Kraft-Weg-Verlauf R für einen fehlerlosen Crimp und einen typischen Kraft-Weg-Verlauf C1 für einen fehlerhaften Crimp mit 10% fehlenden Litzen.

[0060] Zur Fehlererkennung wird zunächst ein Wert Rmc, der den relativen Anteil fehlender Litzen angibt und im Folgenden auch als Resultat bezeichnet wird, wie folgt berechnet:

$$Rmc = ScaleFactorRmc \cdot \sum_{i=1}^{N} Si \cdot Ri$$

wobei gilt:

ScaleFactorRmc ist ein Skalierungsfaktor,
Si ist der Gewichtungsfaktor für die Teilzone Zi und
Ri ist die relative Flächendifferenz für die Teilzone Zi.

[0061] Anschliessend wird der Wert Rmc mit einem Fehlergrenzwert BLMC verglichen. Der Fehlergrenzwert BLMC wird auch als Fehlergrenze bezeichnet.

[0062] Die relative Flächendifferenz Ri einer Teilzone Zi berechnet sich nach folgender Formel:

$$Ri = \frac{\sum_{Zi} f - \sum_{Zi} fRef}{\sum_{Zi} fRef}, \quad i = 1 \ldots N$$

wobei f die Fläche ist, die unter der Crimpkraftkurve in der Teilzone Zi liegt, und fRef die Referenzfläche ist, die unter der Referenzcrimpkraftkurve in der Teilzone Zi liegt.

[0063] Die relative Flächendifferenz Ri ist also die Differenz zwischen der Fläche f, die unter der Crimpkraftkurve in der Teilzone Zi liegt, und der Referenzfläche fRef, die unter der Referenzcrimpkraftkurve in der Teilzone Zi liegt, dividiert durch diese Referenzfläche fRef.

[0064] Die Streuung des Wertes Rmc wird verringert und somit die Trennschärfe für die Erkennung von Crimpfehler verbessert, wenn die Gewichtungsfaktoren Si entsprechend der Relevanz der jeweiligen relativen Flächendifferenz Ri bestimmt werden. Die Gewichtungsfaktoren Si berechnen sich nach folgender Formel:

$$Si = \left(\frac{Ri(ec)}{std(Ri)} \right)^2, \quad i = 1 \ldots N$$

wobei Ri(ec) die relative Flächendifferenz der Teilzone Zi für einen Leercrimp ec und std(Ri) die Standardabweichung von Ri, ermittelt über eine grössere Anzahl von fehlerlosen Crimps, ist.

[0065] Der Skalierungsfaktor ScaleFactorRmc dient zur Skalierung des Wertes Rmc, so dass Rmc dem relativen Anteil fehlenden Litzen entspricht.

[0066] Zur Bestimmung des Skalierungsfaktors ScaleFacorRmc wird ein Fehlcrimp mit einem definierten Anteil mc % fehlender Litzen ausgeführt. Fehlen beispielsweise 2 von 19 Litzen ergibt sich der Wert mc zu mc = 2 / 19 * 100 = 10.5 %. Wird beispielsweise ein Leercrimp durchgeführt, das heisst es wird ein Kontakt ohne Leiter gecrimpt, ergibt sich der Wert mc zu mc = 1 / 1 * 100 = 100 %. Der Skalierungsfaktor ScaleFacorRmc wird nun so bestimmt, dass das Resultat dieses Fehlcrimps Rmc = -mc % ergibt.

[0067] Für den Fall, dass das Resultat Rmc beim aktuell zu überprüfenden Crimp die Fehlergrenze -BLMC unterschreitet, wird beispielsweise die Produktion abgeschaltet, das heisst es werden keine weiteren Crimpungen mehr durchgeführt. Statt dessen kann aber auch der Crimp als Ausschuss gekennzeichnet werden ohne dass die Produktion gestoppt wird.

[0068] Um die Fehlergrenze BLMC zu bestimmen, werden mehrere Crimpungen durchgeführt. Anschliessend wird aus den guten Crimpungen die Standardabweichung std(Rmc) der Rmc Resultate berechnet. Weiter wird der geforderte Anteil von fehlenden Litzen in Prozent mit dem Wert MCL vorgegeben. Wird als Wert MCL zum Beispiel MCL = 10% vorgegeben, heisst das, dass das System 10% fehlende Litzen sicher erkennen soll. Die Fehlergrenze BLMC berechnet sich nun zu:

$$BLMC = MCL - a \cdot std(Rmc).$$

wobei der Faktor a zum Beispiel den Wert 3 hat.

[0069] Figur 16 verdeutlicht diese Zusammenhänge. Mit dem Wert MCL wird der prozentmässige Anteil von fehlenden Litzen vorgegeben, der sicher erkannt werden soll. In Figur 16a ist eine erste Verteilungsdichtefunktion des Werts von Rmc dargestellt. Figur 16b zeigt eine zweite Verteilungsdichtefunktion von Rmc. Bei den in den Figuren 16a und 16b dargestellten Verteilungsdichtefunktionen ist auf der x-Achse die Variable Rmc aufgetragen. Auf der y-Achse ist die relative Häufigkeit p(Rmc) angegeben, mit der die Variable Rmc einen bestimmten Wert aufweist. Die Verteilungsdichtefunktion von Rmc hat das Maximum beim Mittelwert von Rmc. Die Breite der Verteilungsdichtefunktion ist definiert durch die Streuung von Rmc, ausgedrückt durch die Standardabweichung std(Rmc). In den Figuren 16a und 16b ist die Verteilungsdichtefunktion der Rmc Werte der fehlerlosen Crimps mit pc.a beziehungsweise pc.b bezeichnet. Die Verteilungsdichtefunktion der Rmc Werte mit MCL %mc fehlenden Litzen ist den Figuren 16a und 16b mit fc.a beziehungsweise fc.b bezeichnet.

[0070] Bei den Verteilungsdichtefunktionen fc.a und pc.a gemäss Figur 16a sind die Gewichtungsfaktoren Si gleich gross. Es ist ersichtlich, dass die Trennschärfe - ausgedrückt durch die Fehlergrenze BLMC - für die Fehlererkennung aufgrund der breiten Streuung der Rmc-Werte ungenügend ist. Die Rmc-Werte der fehlerhaften Crimps (siehe Verteilungsdichtefunktion fc.a) sind zwar allesamt kleiner als die Fehlergrenze -BLMC, so dass die fehlerhaften Crimps erkannt werden, aber einige der Rmc-Werte der fehlerlosen Crimps (siehe Verteilungsdichtefunktion pc.a)sind ebenfalls kleiner als die Fehlergrenze -BLMC und werden somit fälschlicherweise als fehlerhaft klassifiziert.

[0071] Figur 16b zeigt den Fall, bei dem die Gewichtungsfaktoren, wie oben beschrieben, gemäss der Relevanz der relativen Flächendifferenzen Ri bestimmt wurden. Die Streuung der Rmc-Werte ist kleiner und die beiden Verteilungsdichten pc.b und fc.b überlappen sich nicht. Somit ist eine genügende Trennschärfe für gegeben. Die fehlerhaften Crimps werden als schlecht und die fehlerlosen Crimps als gut klassifiziert.

Crimpfehler "Isolation im Crimp"

[0072] Ein weiterer möglicher Fehler beim Crimpen kann sein, dass sich zwischen dem Kontakt 2 (Fig. 4) und dem Leiter 1 noch mehr oder weniger viel Isolationsmaterial 11 befindet. Figur 15 ist zusätzlich zu dem typischen Kraft-Weg-Verlauf für einen fehlerlosen Crimp R auch ein typischen Kraft-Weg-Verlauf für einen fehlerhaften Crimp mit eingecrimpter Isolation C2 dargestellt.

[0073] Um einen Crimp mit eingecrimpter Isolation als fehlerhaft erkennen zu können, wird die relative Flächendifferenz Riso aus der Zone Ziso mit einem Grenzwert BLISO verglichen. Der Grenzwert BLISO wird auch als Fehlergrenze bezeichnet.

[0074] Die relative Flächendifferenz Riso berechnet sich wie folgt:

$$\mathrm{Riso} = \frac{\mathrm{fiso} - \mathrm{f\,Re\,fiso}}{\mathrm{f\,Re\,fiso}} = \frac{\Delta \mathrm{fiso}}{\mathrm{f\,Re\,fiso}}$$

[0075] Die relative Flächendifferenz Riso ist also die Differenz zwischen der Fläche fiso, die unter der Crimpkraftkurve C2 in der Auswertezone Ziso liegt, und der Referenzfläche fRefiso, die unter der Referenzcrimpkraftkurve R in der Zone Ziso liegt, dividiert durch diese Referenzfläche fRefiso.

[0076] Für den Fall, dass die relative Flächendifferenz Riso beim aktuell zu überprüfenden Crimp den Flächengrenzwert BLISO überschreitet, wird beispielsweise der Crimp als Ausschuss gekennzeichnet.

[0077] Um die Fehlergrenze BLISO zu bestimmen, werden mehrere Crimpungen durchgeführt. Anschliessend wird aus den guten Crimpungen statistisch die Fehlergrenze BLISO berechnet.

Ermittlung der Prozessparameter

[0078] Bevor eine Crimpverbindung zum ersten Mal verarbeitet werden kann, müssen zuvor einmalig die Prozessparameter ermittelt werden. Diese werden dann in einer Datenbank abgelegt und können jeweils bei der Produktion der entsprechenden Crimpverbindung abgerufen werden. Zu den Prozessparametern gehören:

- Die Crimpsignatur-Indizes $csiA_0$, $csiB_0$, $csic_0$, $csiD_0$ und $csiE_0$.

- Die Fehlergrenzen BLMC und BLISO.
- Die Gewichtungsfaktoren S1, S2 und S3.
- Der Skalierungsfaktor ScaleFactorRmc.

Einrichten des Crimp-Prozesses

[0079] Beim Einrichten des Crimp-Prozesses auf dem Crimpautomaten muss sichergestellt werden, dass die Crimpverbindung den Spezifikationen entspricht. Insbesondere muss überprüft werden, ob der vorgeschriebene Kabelquerschnitt verarbeitet wird und ob die Crimpverbindung die spezifizierte Crimphöhe CH aufweist.

[0080] Das Einrichten mit der anschliessenden automatischen Überprüfung kann zum Beispiel folgendermassen ablaufen. In einem ersten Schritt wird die spezifizierte Crimphöhe CH wie folgt eingestellt. Nachdem ein erster Crimp produziert worden ist misst die Bedienperson die Crimphöhe CH und stellt das Crimpwerkzeug entsprechend nach. Dies wird solange wiederholt, bis die Crimphöhe CH innerhalb der Toleranz liegt. In einem zweiten Schritt wird das Einrichten automatisch überprüft. Dazu wird der aktuelle Crimpsignatur-Index csiE mit dem in der Datenbank hinterlegten Prozessparameter $csiE_0$ verglichen. Liegt die Differenz zwischen csiE und $csiE_0$ innerhalb der Toleranz, das heisst die Crimphöhe CH und der Leiterquerschnitt sind in Ordnung, wird die Produktion freigegeben.

[0081] Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäss der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen, Kombinationen der Ausführungsformen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0082]

1	Kabel
2	Kontakt
3	Crimpzone
4	Doppellasche
5	Isolationscrimp
6	Doppellasche
7	Leitercrimp
8	Crimpstempel
9	Crimpstempel
9.1	Amboss
10	Ausnehmung
11	Leiterisolation
12	Leiter
13	Fenster
14	Ständer
15	Motor
16	Getriebe
17	Führung
18	Ramme
19	Welle
20	Linearmesssystem
21	Exzenterzapfen
22	Gleitstück
23	Werkzeughalter
23.1	Kraftsensor
28	Steuerung
40	Motorregler
41	Steuerungseinheit
42	Externer Computer
43	Kondensator
44	Entladungsschalter
45	Winkelsensor
46	Spannungs-Verstärker

47	Analog - Digital Wandler
48	Impulsfolge der Weg-Inkremente
49	Impulsfolge der Winkel-Inkremente
50	Winkel zu Weg Transformationseinheit
TCS	Querschnittsfläche des Kontakts
WCS	Querschnittsfläche des Leiters
CCS	Querschnittsfläche des Leitercrimps
CH	Crimphöhe
Ziso	Auswertezone
Zmc	Auswertezone
Z1	Teilzone
Z2	Teilzone
Z3	Teilzone
K	Kompressionsphase
DK	Dekompressionsphase
R	Referenzcrimpkurve
F	Crimpkraft
C1	Crimpkurve
C2	Crimpkurve
E	Crimpkurve

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Qualität einer Crimpverbindung zwischen einem Leiter und einem Kontakt,

- bei dem mittels einer Crimpeinrichtung eine Crimpkraft (F) auf den Leiter (1) und den Kontakt (2) ausgeübt wird,
- bei dem die sich während des Crimpens ergebende Crimpkraftkurve (C1; C2; E; R) ermittelt wird,
- bei dem eine unter einer Referenzcrimpkraftkurve (R) liegende Kompressionsfläche (A) ermittelt wird,
- bei dem die Crimpkraftkurve (C1; C2; E) und die Referenzcrimpkraftkurve (R) in mehrere Zonen (Ziso, Zmc, Z1 - Z3) aufgeteilt werden, wobei die Aufteilung unter Berücksichtigung der Grösse der Kompressionsfläche (A) erfolgt, und
- bei dem wenigstens eine weitere unter der Crimpkraftkurve (C1; C2; E) liegende Fläche (f; fiso) ermittelt wird, wobei die Fläche ein Mass für die Qualität der Crimpverbindung ist.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1,

bei dem die Kompressionsfläche (A) unter demjenigen Abschnitt (K) der Referenzcrimpkraftkurve (R) ermittelt wird, in dem die Crimpkraft (F) zunimmt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2,

bei dem durch die grösste Crimpkraft (Fp) das obere Ende des Abschnitts (K) definiert wird.

4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3,

bei dem ein erster Crimpsignatur-Index (csiA) unter Berücksichtigung der Kompressionsfläche (A) ermittelt wird.

5. Verfahren nach Patentanspruch 4,

bei dem die Zonen (Z1 - Z3) individuell gewichtet werden.

6. Verfahren nach Patentanspruch 4 oder 5, bei dem

- aus der Referenzcrimpkraftkurve (R) für jede der Zonen (Z1, Z2, Z3) eine Referenzfläche (fRef) ermittelt wird,
- bei dem aus der Crimpkraftkurve (E) für jede der Zonen (Z1, Z2, Z3) jeweils eine Fläche (f) ermittelt wird,
- bei dem daraus Flächendifferenzen (R1, R2, R3) und daraus wiederum eine Gesamt-Flächendifferenz (Rmc) ermittelt werden, und

- bei dem anhand der Gesamt-Flächendifferenz (Rmc) bestimmt wird, ob eine oder mehrere Litzen des Leiters (12) fehlen.

7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 4 oder 5,

- bei dem aus einer Referenzcrimpkraftkurve (R) die Grösse der Referenzfläche (fRefiso), die in einer der Zonen (Ziso) unter der Referenzcrimpkraftkurve (R) liegt, ermittelt wird,
- bei dem aus der Crimpkraftkurve (C2) die Fläche (fiso), die in der Zone (Ziso) unter der Crimpkraftkurve (C2) liegt, ermittelt wird,
- bei dem aus der Referenzfläche (fRefiso) und der Fläche (fiso) die Flächendifferenz (Riso) ermittelt wird, und
- bei dem anhand der Flächendifferenz (Riso) bestimmt wird, ob sich Isolationsmaterial (11) im Crimp zwischen dem Leiter (12) und dem Kontakt (2) befindet.

8. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 7,

bei dem eine unter der Referenzcrimpkraftkurve (R) liegende Dekompressionsfläche (B) ermittelt wird,

wobei die Dekompressionsfläche (B) unter demjenigen Abschnitt (DK) der Referenzcrimpkraftkurve (R) ermittelt wird, in dem die Crimpkraft (F) abnimmt.

9. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 8,

bei dem ein weiterer Crimpsignatur-Index (csiB) unter Berücksichtigung der Dekompressionsfläche (B) ermittelt wird.

10. Verfahren nach Patentanspruch 9,

bei dem der Crimpsignatur-Index (csiA) und der Crimpsignatur-Index (csiB) und verwendet werden, um auf die Crimphöhe (CH) zu schliessen.

11. Crimpeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 10,

- mit einem Crimpstempel (8; 9),
- mit einem Linearsensor (20), um die Position des Crimpstempels (8; 9) zu erfassen,
- mit einem Kraftsensor (23.1) zur Erfassung der Crimpkraft (F), und
- mit einer Auswerteeinheit (41, 42), die mit dem Linearsensor (20) und dem Kraftsensor (23.1) verbunden und derart ausgebildet und betreibbar ist, dass mit ihr die Qualität einer Crimpverbindung bestimmbar ist.

12. Crimpeinrichtung zum Crimpen eines Leiters und eines Kontakts,

- mit einem Crimpstempel (8; 9),
- mit einem Linearsensor (20), um die Position des Crimpstempels (8; 9) zu erfassen,
- mit einem Kraftsensor (23.1) zur Erfassung der Crimpkraft (F), und
- mit einer Auswerteeinheit (41, 42), die mit dem Linearsensor (20) und dem Kraftsensor (23.1) verbunden und derart ausgebildet und betreibbar ist, dass mit ihr die Qualität einer Crimpverbindung bestimmbar ist.

Fig. 1

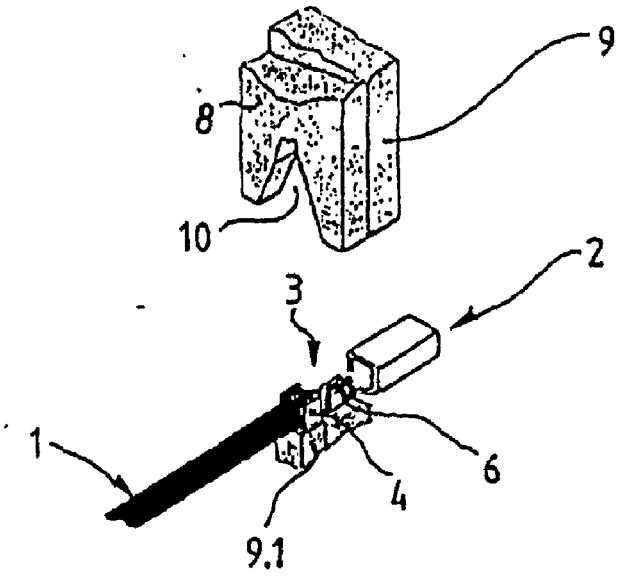


Fig. 2

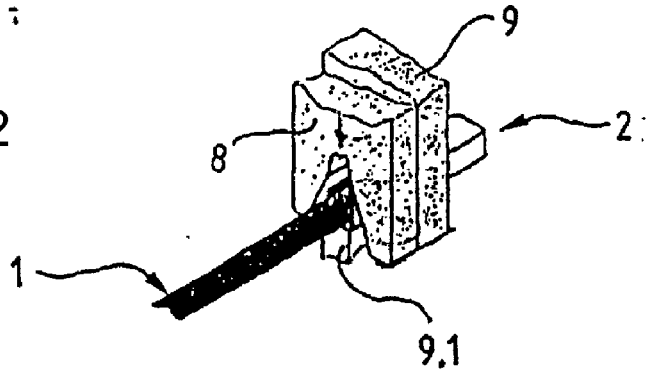
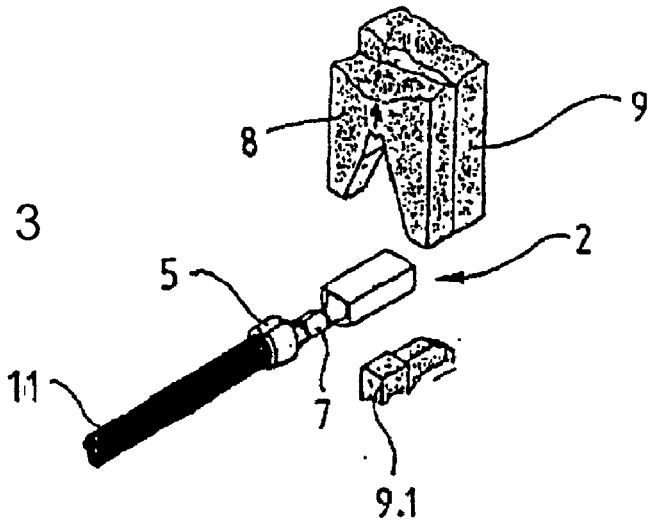


Fig. 3



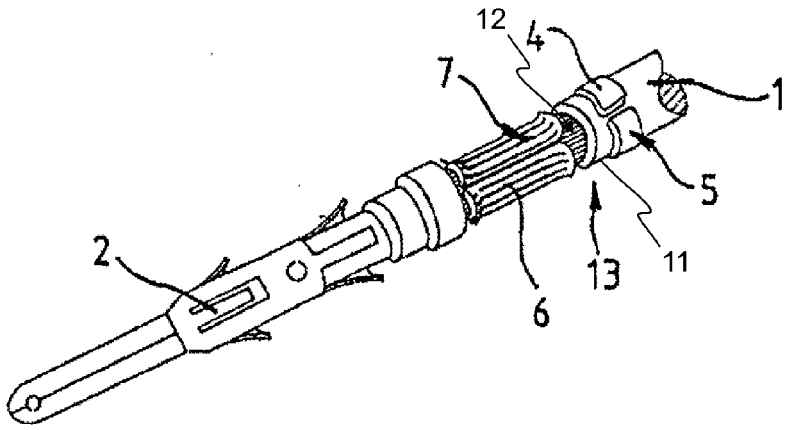


Fig. 4

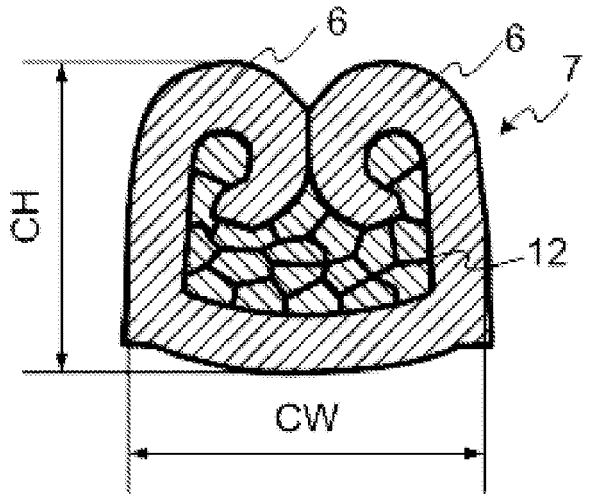


Fig. 5

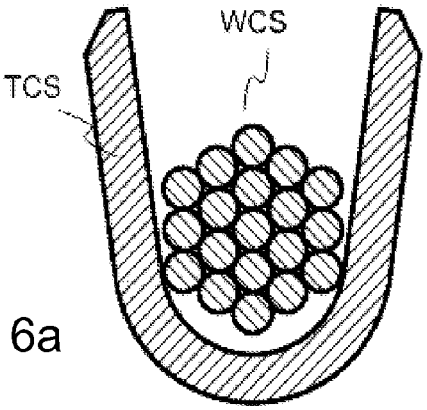


Fig. 6a

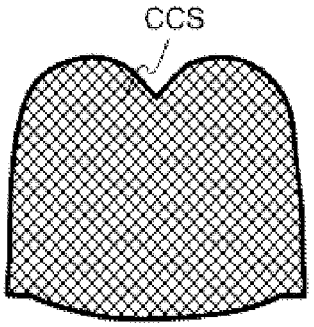


Fig. 6b

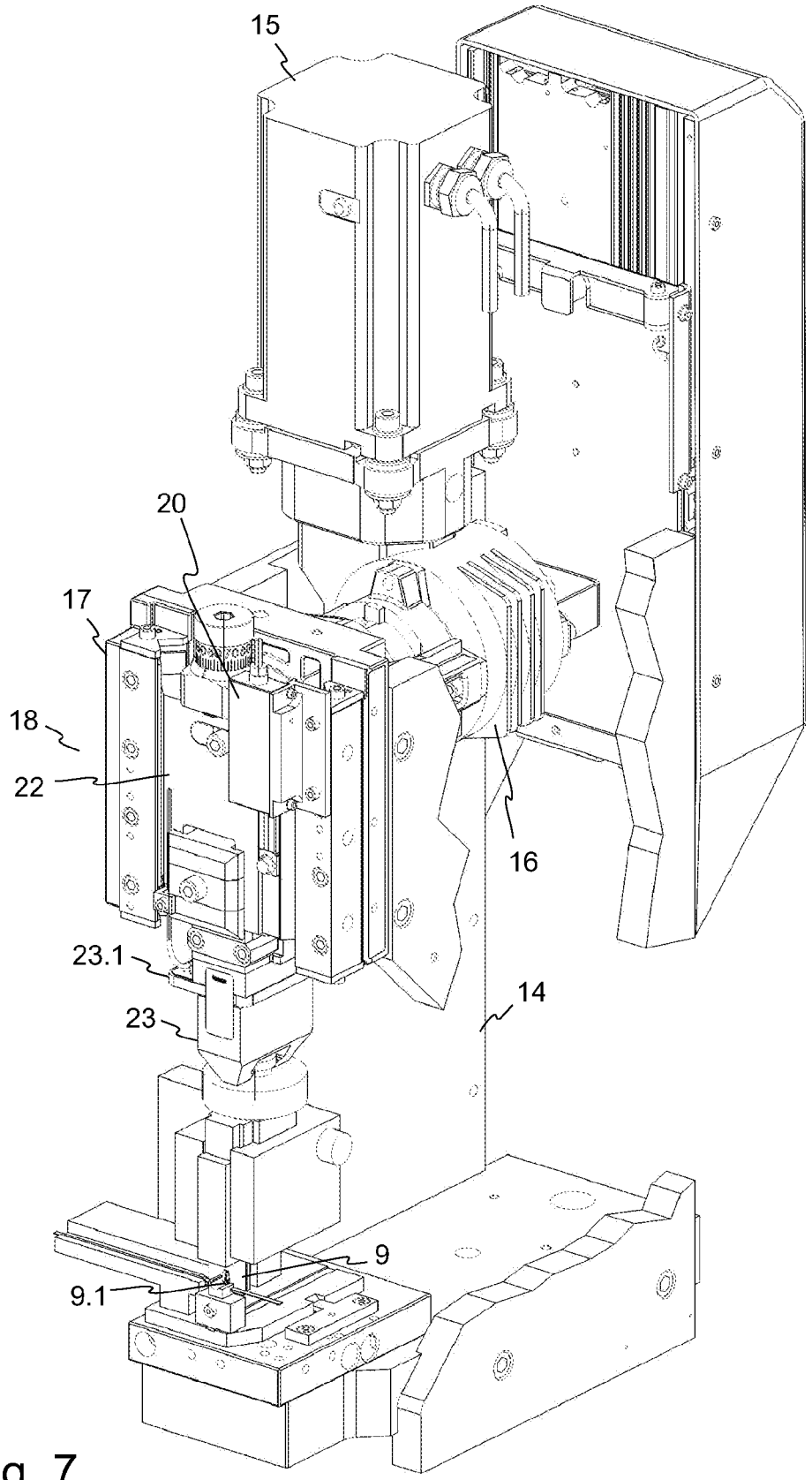


Fig. 7

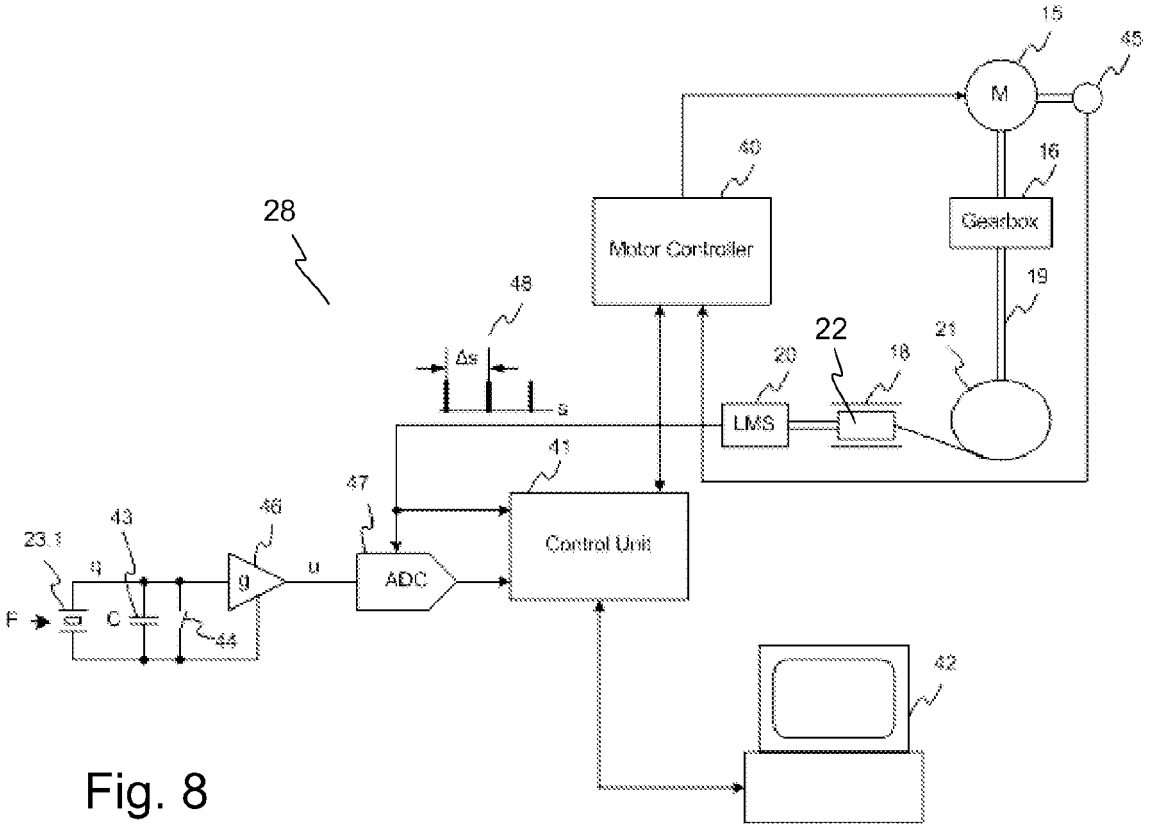

28
15
45
M
40
16
Gearbox
Motor Controller
19
48
Δs
s
22
21
20
18
LMS
41
47
46
43
23.1
q
u
g
ADC
Control Unit
F
C
44
42

Fig. 8

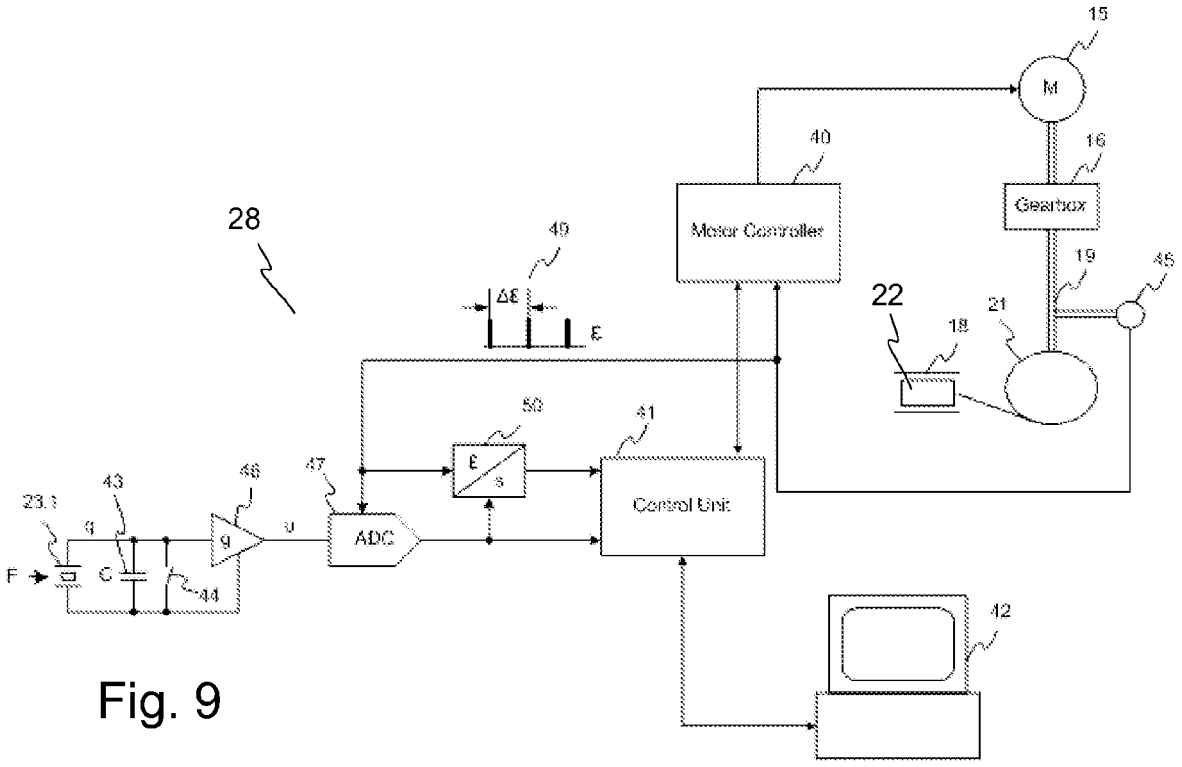

28
15
M
40
16
Gearbox
Motor Controller
49
19
45
ΔE
E
22
21
18
50
41
47
46
43
23.1
q
u
g
ADC
Control Unit
F
C
44
42

Fig. 9

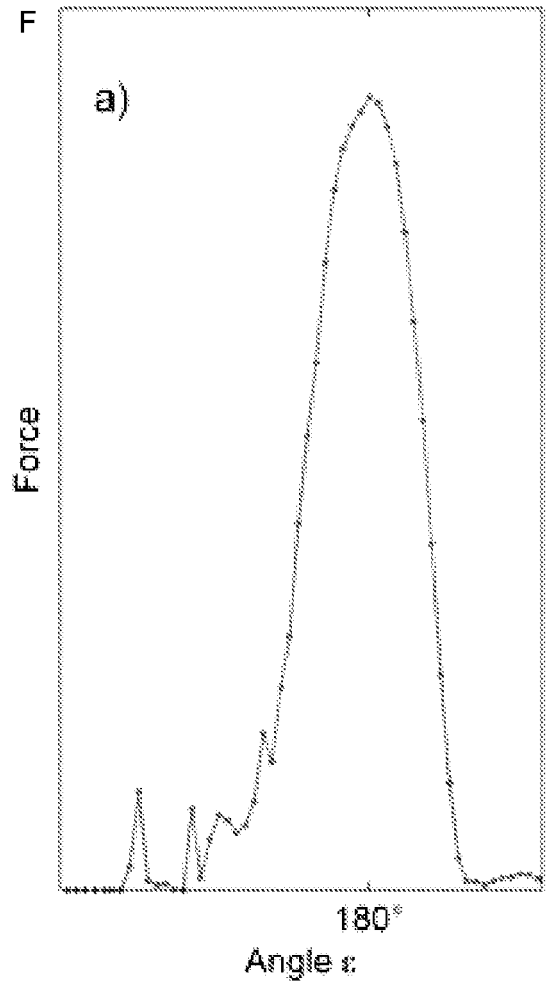


Fig. 10a

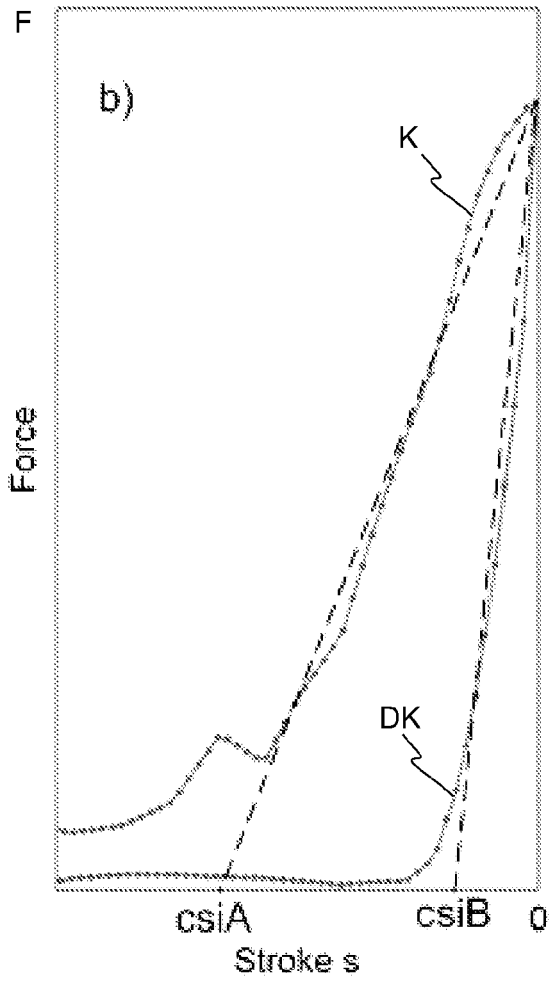


Fig. 10b

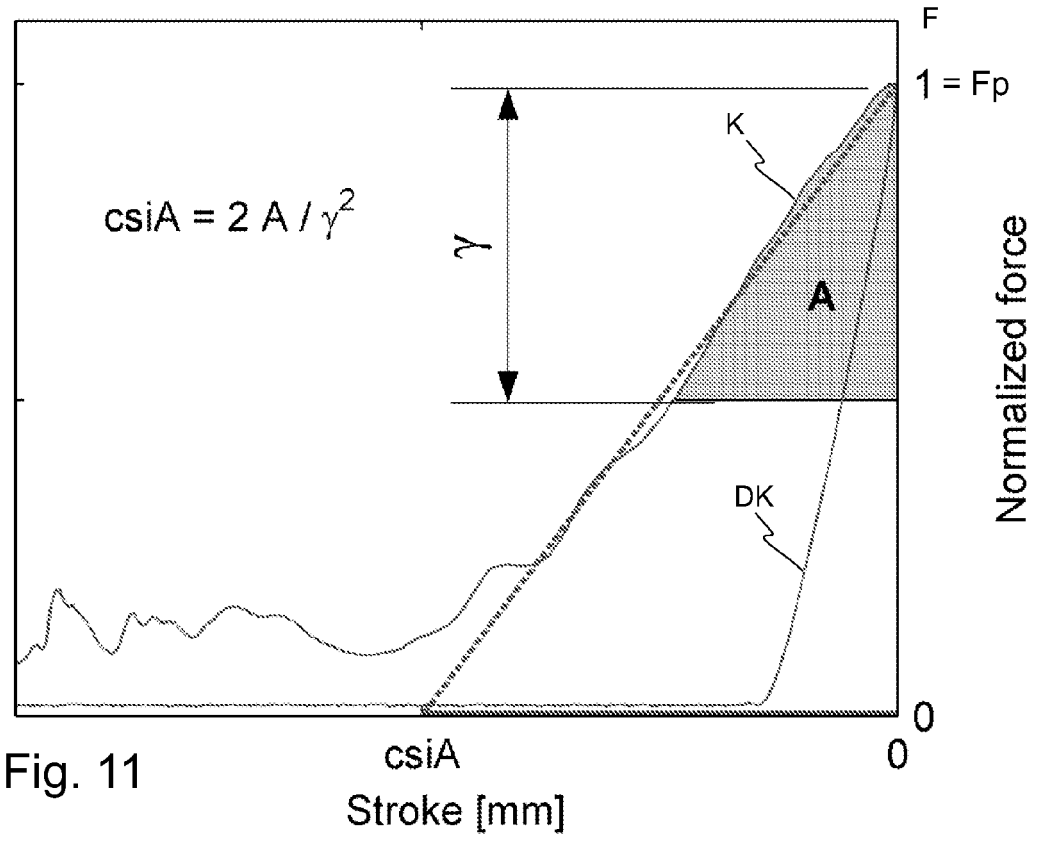

F
1 = Fp
csiA = 2 A / γ²
γ
K
A
DK
Normalized force
0
csiA
0
Stroke [mm]

Fig. 11

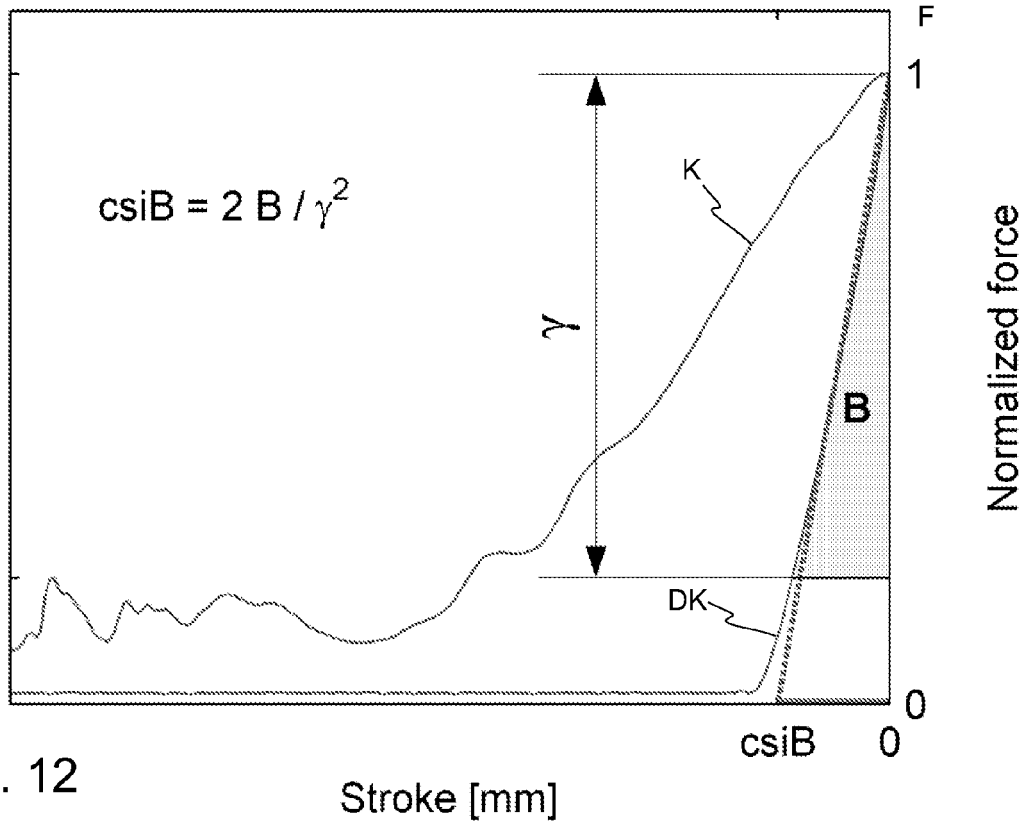

F
1
csiB = 2 B / γ²
K
γ
B
DK
Normalized force
0
csiB
0
Stroke [mm]

Fig. 12

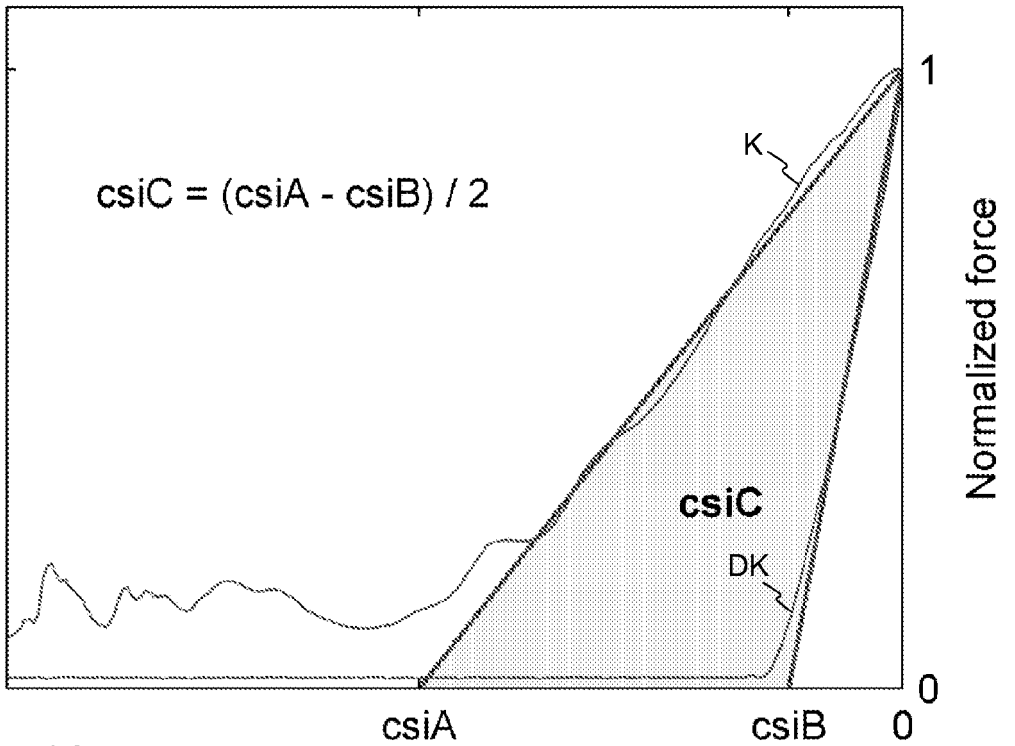

csiC = (csiA - csiB) / 2
K
DK
csiC
1
0
Normalized force
csiA
csiB
0
Stroke [mm]

Fig. 13

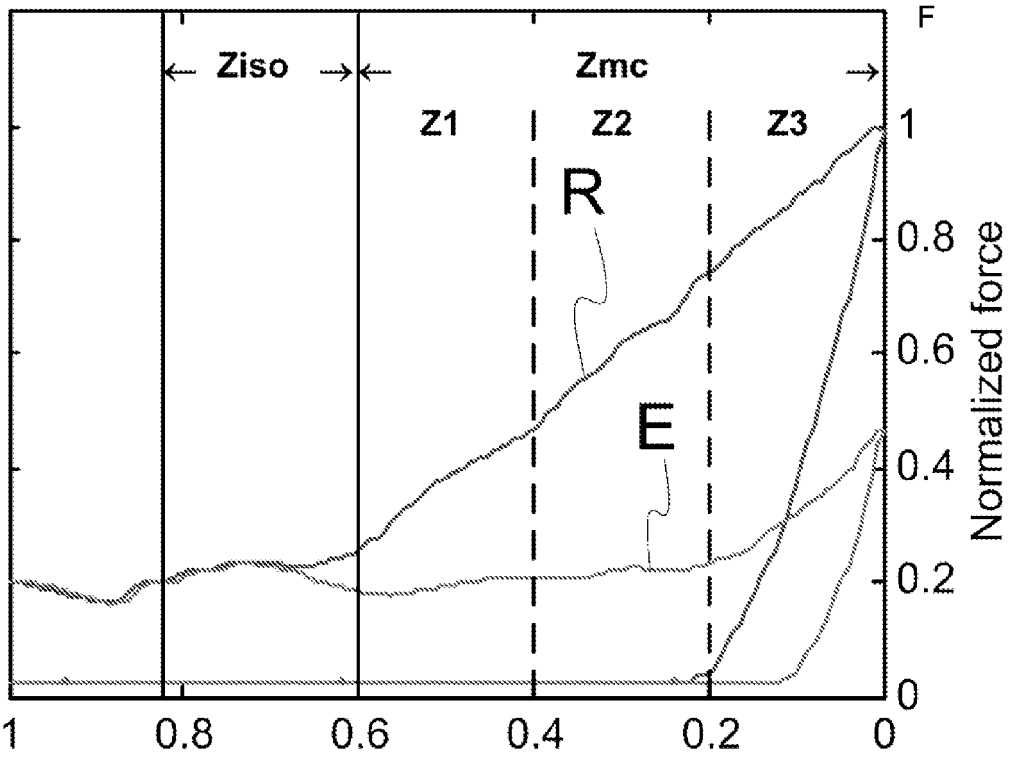

F
Ziso
Zmc
Z1
Z2
Z3
R
E
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Normalized force
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Stroke [mm]

Fig. 14

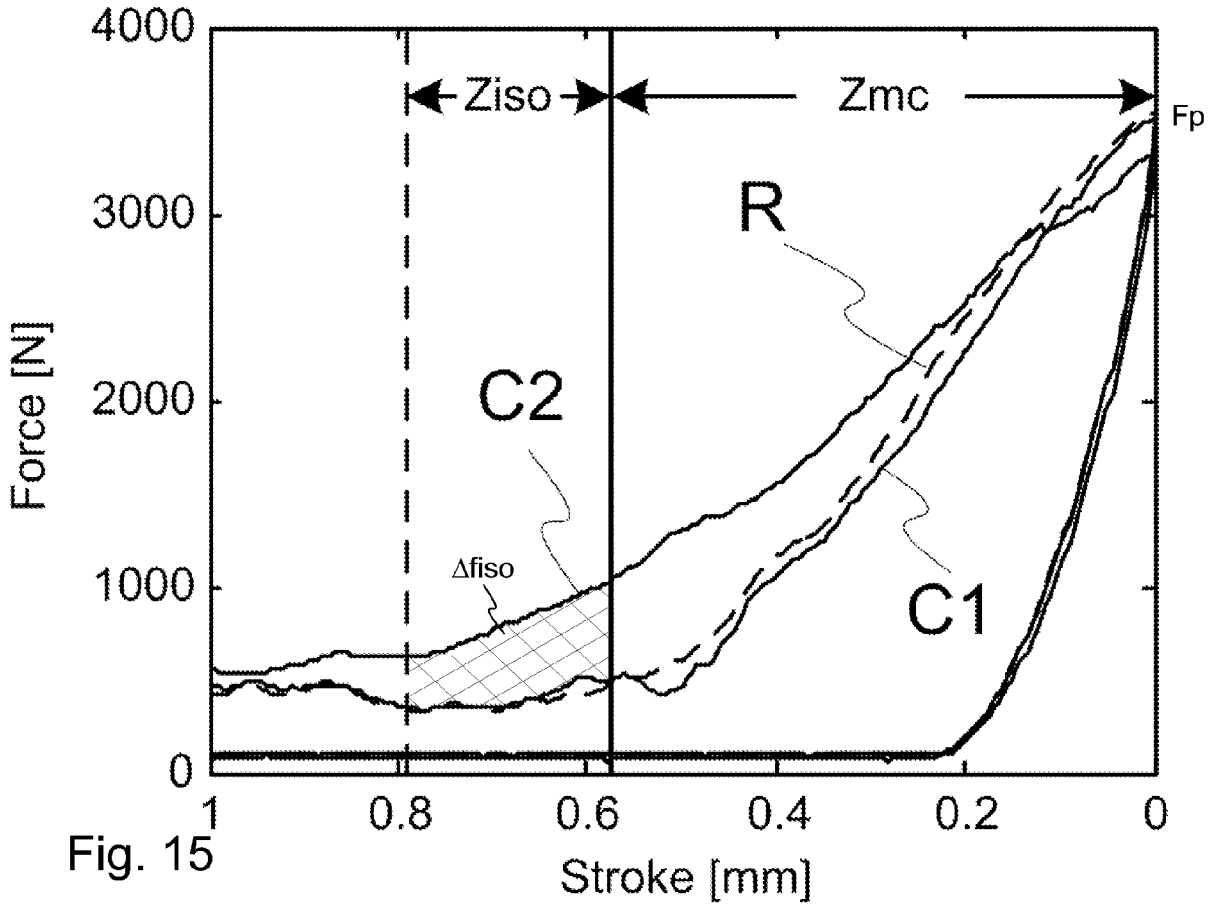


Fig. 15

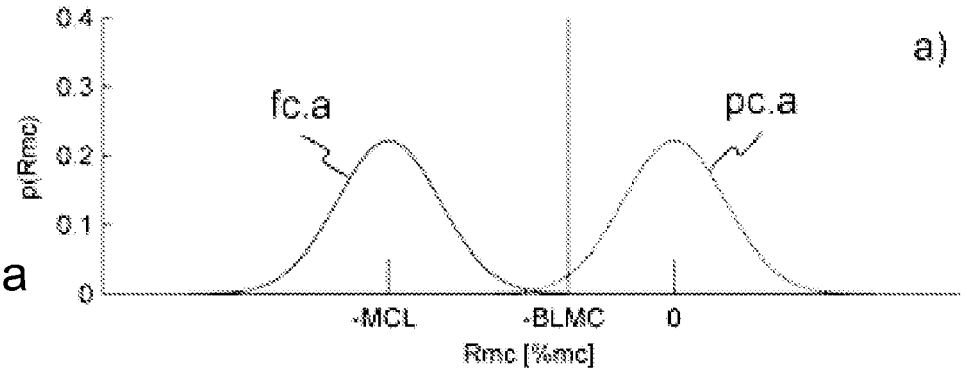


Fig. 16a

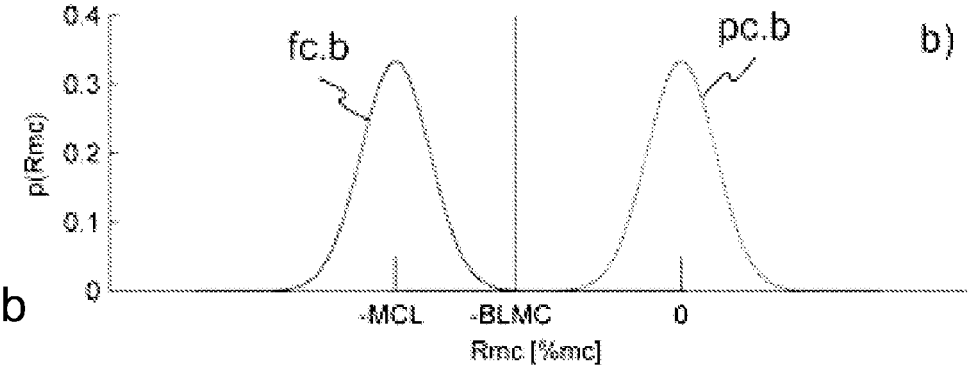


Fig. 16b

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 17 2082

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 0 460 441 A (AMP INC [US] WHITAKER CORP [US]) 11. Dezember 1991 (1991-12-11)	12	INV. H01R43/048
A	* Seite 2, Zeile 54 - Seite 7, Zeile 47 * * Abbildungen 1-4 *	1,11	
X	DE 40 14 221 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. November 1990 (1990-11-15)	12	
A	* Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 46 * * Abbildungen 1-6 *	1,11	
A,D	EP 0 902 509 A (KOMAX HOLDING AG [CH]) 17. März 1999 (1999-03-17) * Zusammenfassung * * Spalte 8, Absatz 26 - Spalte 11, Absatz 46 * * Abbildungen 1-18 *	1,11	
A	EP 1 071 174 A (YAZAKI CORP [JP]) 24. Januar 2001 (2001-01-24) * Zusammenfassung * * Spalte 5, Absatz 13 - Spalte 8, Absatz 21 * * Spalte 13, Absatz 41 * * Abbildungen 1-16,20-23 *	1,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01R

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	20. Oktober 2009	Kardinal, Ingrid

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 : nichtschriftliche 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

1 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 09 17 2082

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.

20-10-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0460441 A	11-12-1991	AR 246641 A1	31-08-1994
		CN 1056959 A	11-12-1991
		DE 69117351 D1	04-04-1996
		DE 69117351 T2	11-07-1996
		ES 2084055 T3	01-05-1996
		JP 3154740 B2	09-04-2001
		JP 7111180 A	25-04-1995
		US 5197186 A	30-03-1993
DE 4014221 A1	15-11-1990	KEINE	
EP 0902509 A	17-03-1999	EP 1211761 A1	05-06-2002
EP 1071174 A	24-01-2001	DE 60018233 D1	31-03-2005
		DE 60018233 T2	12-01-2006
		JP 2001035628 A	09-02-2001
		PT 1071174 E	31-05-2005
		TR 200002154 A2	21-08-2001

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

- EP 0460441 A **[0012]**
- EP 0902509 B1 **[0015]**