



(11) **EP 1 520 323 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.03.2007 Patentblatt 2007/10

(51) Int Cl.:
H01R 12/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03739844.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2003/000184

(22) Anmeldetag: **02.07.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/006390 (15.01.2004 Gazette 2004/03)

(54) **Positionierung von Flachleitern**

Positioning of flat conductors

Positionnement de câbles à conducteurs plats

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **02.07.2002 AT 9872002**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.2005 Patentblatt 2005/14

(73) Patentinhaber: **I & T Innovation Technology Entwicklungs- und Holding Aktiengesellschaft 7011 Siegendorf (AT)**

(72) Erfinder: **DRAGOV, Nikola A-1230 Wien (AT)**

(74) Vertreter: **Wildhack, Helmut et al Patentanwälte Dr. Wildhack, Dr. Jellinek Landstrasser Hauptstrasse 50 Eingang Sechskrügelgasse 2 1030 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 10 050 797 GB-A- 954 223 US-A- 3 070 650

EP 1 520 323 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionierung der abisolierten Stellen zweier miteinander elektrisch leitend und mechanisch zu verbindender Flachleiterkabel (FFC) übereinander. Die Erfindung betrifft weiters eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Wenn abisolierte Bereiche, sogenannte Fenster, von Flachleitern miteinander leitend verbunden werden sollen, so geschieht dies im Stand der Technik manuell und umfaßt fast ausschließlich nur jeweils eine, in seltenen Fällen maximal zwei Leiterbahn pro FFC, da die Herstellung der Fenster nicht mit ausreichender Genauigkeit erfolgt, um es den derzeit existierenden Automaten zu ermöglichen, zu einer für die jeweilige Strombelastung ausreichenden Überdeckung der in den Fenstern freigelegten Leiterbahnen zu kommen.

[0003] Die GB-A-954223 offenbart ein Verfahren zum elektrischen Verbinden von Kabelsträngen. Dabei werden in einem ersten Schritt die Isolierungen der Flachleiterkabel am jeweiligen Ende entfernt. Darauffolgend werden die abisolierten Enden gereinigt und überlappend übereinander gelegt. Abschließend werden die leitenden Flächen durch Schweißen mechanisch und elektrisch verbunden. Über die Art und Weise, wie die abisolierten Enden übereinander positioniert werden enthält diese Druckschrift keine Lehre.

[0004] Erfindungsgemäß wird eine Verbesserung der Genauigkeit der Verbindung und damit eine Verbesserung der Leitfähigkeit mit einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 oder 2 erreicht. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 10 enthaltenen Merkmale definiert. Mit der Einbeziehung einer Bildverarbeitungsvorrichtung im Positionier- und Verbindungsprozess von Flachleiterkabeln wird eine Verbesserung der Genauigkeit der Verbindung und damit eine Verbesserung der Leitfähigkeit erreicht. Bevorzugte Ausführungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0005] Im folgenden wird durch eine worst case Abschätzung für beide Verfahren, für das klassische, bisher verwendete Verfahren, das aber keinen vorveröffentlichten Stand der Technik sondern internes Wissen der Anmelderin darstellt, und das Bildverarbeitungsverfahren der Vorteil der Erfindung gezeigt.

[0006] Die Erfindung wird im folgenden Anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

die Fig. 1 die Auswirkungen des Anschlagfehlers,
die Fig. 2 die zusätzlichen Auswirkungen des zusätzlichen Roboterfehlers,
die Fig. 3 und 4 die Auswirkungen der Ausgangsdatenfehler,
die Fig. 5 bis 8 die Bildung des Deckungsfehlers, wobei Fig. 5 ideale Verhältnisse, Fig. 6 einen Matrixversatz links hoch, Fig. 7 eine verkleinerte Matrix und Fig. 8 einen schmalen versetzten Leitungsstreifen berücksichtigen,
die Fig. 9 den Überlappungsfehler,
die Fig. 10 den Anschlagfehler,
die Fig. 11 den Roboterfehler,
die Fig. 12 bis 14 die Auswirkungen von Verdrehungen, wobei Fig. 12 eine gegensinnige Verdrehung und Fig. 13 ein Verlustdreieck und Fig. 14 eine Näherung darstellen,
die Fig. 15 die Auswirkung der Kombinationen der einzelnen Fehler, wobei die Mittelpunktkreuze klassisch angeordnet sind
die Fig. 16 die Situation eines Einzelfensters beim Bildverarbeitungsverfahren, wobei die Mittelpunktkreuze entsprechend der Verarbeitung angeordnet sind,
die Fig. 17 die Kombinationen der einzelnen Fehler beim Bildverarbeitungsverfahren,
die Fig. 18 und 19 die prinzipielle Situation bei mehreren Fenstern,
die Fig. 20 bis 24 die Auswirkungen auf die einzelnen Fenster,
Fig. 24 zeigt eine Detailzeichnung der rechten unteren Ecke.
die Fig. 25 bis 28 Darstellungen analog zu Fig. 20-24, aber beim Bildverarbeitungsverfahren,
die Fig. 29 bis 32 und 33 einerseits und die Fig. 34 bis 37 andererseits Darstellungen der Überlappung der Fenster beim klassischen bzw. beim Bildverarbeitungsverfahren.

[0007] Zunächst wird der für die Bildverarbeitung ungünstigere Fall behandelt, bei dem keinerlei Abweichungen bei der Produktion auftreten. Um hier mit der Bildverarbeitung besser als das klassische Verfahren zu sein, darf die Kamera nicht mehr als 0,08475 mm in der Genauigkeit abweichen.

[0008] Der Einfluss der Rotation des Positionierroboters wird ebenso abgeschätzt wie die theoretische Möglichkeit, einen Kurzschluss durch Verbindung zweier Leiterbahnen zu verursachen. Es wird bei der Kabelproduktion von den schlechtestmöglichen Werten ausgegangen die aber noch im Bereich der Toleranzen liegen. Diese Abweichungen bei der Produktion werden als Ausgangsdatenfehler bezeichnet.

[0009] Im Folgenden werden beide Verfahren in Einzelfensterbetrachtung und in der weit praxisbezogeneren Matrixbetrachtung analysiert:

EP 1 520 323 B1

Einzelfenster:

5

Fehlerart	Klassisches Verfahren	Bildverarbeitungs-verfahren
Ausgangsdatenfehler	77,33 %	77,33 %
Nach Deckungsfehler	64,00 %	64,00 %
Nach Anschlagfehler	52,80 %	-
Nach Roboterfehler	43,65 %	64,00 %
Nach Kamerafehler	-	64,00 %

10

Matrixbetrachtung:

15

Fehlerart	Klassisches Verfahren	Bildverarbeitungs-Verfahren
Ausgangsdatenfehler	77,33 %	77,33 %
Nach Deckungsfehler	57,25 %	61,10 %
Nach Anschlagfehler	45,79 %	-
Nach Roboterfehler	37,29 %	56,05 %
Nach Kamerafehler	-	51,17 %

20

25 **[0010]** Anhand der Darstellung im Koordinatensystem lassen sich die Mittelpunktkreuze und die Auswirkungen der einzelnen Fehler auf die Verschiebung dieser Kreuze am einfachsten grafisch darstellen.
Liegt also der Kamerafehler unter dem Wert von 0,08475 mm ist das Bildverarbeitungsverfahren in allen Fälle dem klassischen System in der Genauigkeit überlegen.

30 Die Erhöhung der gemeinsamen Kontaktfläche, die ein Maß für die Verbesserung der Genauigkeit darstellt, kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

35

Abschätzung	Abmessungen	Verbesserung
Betrachtung ohne Toleranzen	1,281 mm x 1,281 mm → 1,4005 mm x 1,4005 mm	16,34 %
Einzelfensterbetrachtung	0,991 mm x 0,991 mm → 1,20 mm x 1,20 mm	31,80 %
Matrixbetrachtung	0,916 mm x 0,916 mm → 1,073 mm x 1,073 mm	27,12 %

40 **[0011]** Ein großer Vorteil der Bildverarbeitung ist letztendlich auch das Erkennen von fehlerhaften Produkten und die Möglichkeit zur Angabe eines Schwellenwertes für die gemeinsame Kontaktfläche, bei dessen Unterschreitung das Werkstück (oder die Werkstücke) verworfen werden.

[0012] Überlegungen zur "Matrixpositionierung"

45

1. Beschreibung der Arbeitsabläufe

1.1 Klassisches Verfahren (bestehendes, aber unveröffentlichtes, System)

50

[0013] Fertigung der Werkstücke - Auftretende Fehler liegen sowohl an den Toleranzen der Leiterbahnen als auch am Versatz der Matrix, der auf die Ungenauigkeit des Lasers bei der Produktion zurückzuführen ist. Zur Berechnung des maximalen Fehlers, der noch im Bereich der Toleranzen liegt, wurden die Datenblätter für das FFC der Anmelderin herangezogen.

[0014] Anschlag - Der Vorgang des Verbindens startet mit dem Anlegen des unteren Flachleiterkabels an einem Anschlag. Auch diese Abweichung vom Idealanschlag (Anschlagfehler) wird aus dem Datenblatt entnommen und repräsentiert die seitliche, außerhalb der Kupferbahnen liegende, Toleranz von $\pm 0,12$ mm.

55

[0015] Roboterpositionierung - Ein Roboter greift das Flachkabel und positioniert es mittels Vakuumsauger auf dem Carrier. Dabei gehen die Ungenauigkeiten der Positionierung des Robotergreifers in die Rechnung ein. Es muss eine Abschätzung der Wiederholungsgenauigkeit und des Rotationsfehlers durchgeführt werden.

[0016] Anschlag - Das zweite (obere) Flachleiterkabel wird an den Anschlag gelegt. Es gelten dieselben Toleranzabschätzungen wie für den ersten Anschlagfehler.

[0017] Roboterpositionierung - Auch das zweite Flachleiterkabel wird durch den Robotergreifer auf dem Carrier positioniert. Dieses Kabel erfährt eine Drehung von 90° relativ zum ersten (unteren) Flachleiterkabel.

[0018] Verbinden - Am Carrier werden die Flachleiterkabel an den definierten und freigelegten Kupferfenstern durch ein stoff- oder kraftschlüssiges Verbindungsverfahren leitend verbunden. Als Verbindungsverfahren können Schweiß-, Löt-, Crimp- oder ähnliche Verfahren verwendet werden, sofern sie eine elektrisch leitende Verbindung herstellen. Da derselbe Roboterarm wie für die Positionierung verwendet wird, kann dieselbe Fehlerabschätzung herangezogen werden.

1.2 Bildverarbeitungsverfahren

[0019] Fertigung der Werkstücke - Für die Fertigung und die Positionierung der Matrix selbst werden dieselben Annahmen getroffen wie für den klassischen Herstellungsprozess.

[0020] Anschlag - Auch im Bildverarbeitungsverfahren wird das erste Flachleiterkabel an einen Anschlag gelegt. Fehler, die hier auftreten, werden von der Kamera als Translation bzw. Rotation der Matrix am Flachleiterkabel gedeutet und ausgeglichen. Der Anschlagfehler geht im Bildverarbeitungsverfahren nicht in die Genauigkeit mit ein.

[0021] Roboterpositionierung - Der Robotergreifer positioniert das erste Werkstück am Carrier. Fehler die hier auftreten werden von der Kamera als Translation bzw. Rotation der Matrix am Flachleiterkabel gedeutet und ausgeglichen. Der Roboterfehler geht im Bildverarbeitungsverfahren beim ersten Flachleiterkabel nicht in die Genauigkeit ein.

[0022] Bildverarbeitung - Das am Carrier liegende Flachleiterkabel wird im Auf- und/oder im Gegenlichtverfahren von der Kamera aufgenommen. Dabei wird die Fenstergröße, die Matrixstruktur und die Lage der Fenster bezüglich der Leiterstreifen ermittelt. Die Bildverarbeitung errechnet ein Mittelpunkt Kreuz der Matrix und Mittelpunkt Kreuze der einzelnen detektierten Kupferfenster. Der Kamerafehler geht hier in die Rechnung ein.

[0023] Anschlag - Das zweite (obere) Flachleiterkabel wird an den Anschlag gelegt. Auch hier gleicht die Bildverarbeitung eventuelle Fehler aus und die Genauigkeit ist von diesem Arbeitsschritt unbeeinflusst.

[0024] Roboterpositionierung - Der Robotergreifer hält das zweite Flachleiterkabel mit der Kontaktseite in die Kamera. Eventuelle Positionierungsfehler werden durch die Kamera ausgeglichen.

[0025] Bildverarbeitung - Das in die Kamera gehaltene Flachleiterkabel wird im Auf- und/oder im Gegenlichtverfahren von der Kamera aufgenommen. Dabei wird die Fenstergröße, die Matrixstruktur und die Lage der Fenster bezüglich der Leiterstreifen ermittelt. Die Bildverarbeitung errechnet ein Mittelpunkt Kreuz der Matrix und Mittelpunkt Kreuze der einzelnen detektierten Kupferfenster. Der Kamerafehler geht hier in die Rechnung ein.

[0026] Berechnung - Die Trajektorie zur Überführung des Mittelpunkt Kreuzes der Matrix des oberen Flachleiterkabels in das des unteren Flachleiterkabels wird berechnet. Bei der Berechnung wird von keinem Fehler ausgegangen.

[0027] Roboterpositionierung - Der Robotergreifer positioniert das zweite Werkstück gemäß der errechneten Trajektorie nach einer 90° Rotation über dem ersten Kabel. Dieser Arbeitsschritt kann von der Kamera nicht mehr überprüft werden und auftretende Fehler gehen in der zweiten Roboterpositionierung ebenso wie im klassischen Prozess in die Genauigkeit ein.

[0028] Verbinden - Am Carrier werden die Flachleiterkabel an den definierten und freigelegten Kupferfenstern durch einen Verbindungsprozess leitend miteinander verbunden. Da derselbe Roboterarm wie für die Positionierung verwendet wird, kann dieselbe Fehlerabschätzung herangezogen werden.

1.3 Feststehende Werte

[0029] Der Anschlagfehler wird aus dem Datenblatt mit $\pm 0,12$ mm angenommen.

Für die Roboterpositionierung (Roboterfehler) gilt als Abschätzung eine Wiederholgenauigkeit von 0,07 mm bezogen auf den TCP (tool center point). Bei einer Rotation weicht der Robotergreifer bei einer Kabellänge von 600 mm um nicht mehr als 0,05 mm ab.

Für die Toleranzen bei der Kabelproduktion wurde das I&T FFC Datenblatt als Grundlage genommen.

Obwohl man auf Basis von Algorithmen eine subpixelgenaue Kantendetektion mittels Bildverarbeitung erreicht, wird als worst case für den Kamerafehler die Abweichung von einem Vollpixel (derzeit 0,025 mm) angenommen.

2. Abschätzung ohne Toleranzen bei der Fertigung der Flachleiterkabel

[0030] Das Bildverarbeitungsverfahren erkennt mehrere Fehler im Verlauf des gesamten Produktionsvorganges und kann diese ausgleichen. Je größer diese auftretenden Fehler sind, desto größer ist auch die Verbesserung des Bildverarbeitungsverfahrens gegenüber dem geschilderten klassischen (aber unveröffentlichten) Verfahren. Es sollte nun das Verhalten und die Funktion beider Herstellungsprozesse bei optimalen Ausgangsbedingungen, d.h. keine Toleranzen

bei der Produktion der Kabel, abgeschätzt werden.

2.1 Klassisches (aber unveröffentlichtes) Verfahren

- 5 **[0031]** Ausgehend davon, dass sowohl die Leiterstreifen als auch die Matrix korrekt positioniert ist, bleiben im klassischen Herstellungsprozess nur jeweils zweimal der Anschlagfehler und der Roboterfehler für die Einschränkung der Genauigkeit.
- [0032]** Die Betrachtung erfolgt für das kleinstmögliche Einzelfenster, einem 1,5 mm x 1,5 mm Fenster.
- 10 **[0033]** Da der Anschlagfehler an beiden Flachleiterkabeln auftreten kann, verliert man jeweils 0,12 mm in der Höhe und der Seite nach von der gemeinsamen Deckfläche der Kupferquadrate.

Fig. 1 Anschlagfehler

Fig. 2 zusätzlicher Roboterfehler

- 15 **[0034]** Das Fenster reduziert sich durch den Anschlagfehler zu einem 1,38 mm x 1,38 mm Fenster, das noch 84,64% der ursprünglichen Kontaktfläche darstellt.
- [0035]** Der Roboterfehler bei der Positionierung der Werkstücke verursacht im worst case ein weiteres Auseinanderdriften der Quadrate um jeweils $0,07 \text{ mm} \cdot \sin 45^\circ = 0,0495 \text{ mm}$ der Seite und der Höhe nach.
- 20 **[0036]** Das Deckungsfenster ist somit auf 1,281 mm x 1,281 mm bzw. auf 72,93 % der Originalfläche reduziert.

2.2 Bildverarbeitungsverfahren

- [0037]** Der Anschlagfehler wird bei beiden Flachleiterkabeln durch die Bildverarbeitung kompensiert. Der Roboterfehler kommt nur einmal (beim Ablegen des zweiten Kabels nach der Bildverarbeitung) zum Tragen. Dabei
- 25 reduziert sich das Fenster auf ein 1,4505 mm x 1,4505 mm Quadrat, das 93,51 % der ursprünglichen Fläche besitzt. Beim Verarbeitungsverfahren mit Bildverarbeitung schränkt der Kamerafehler für beide Werkstücke die Genauigkeit ein. Um auch bei dieser Abschätzung ohne Fertigungstoleranzen der Kabel mit dem Verfahren der Bildverarbeitung bessere Resultate zu erzielen als mit dem bisher verwendeten Verfahren, muss der Kamerafehler jeweils kleiner als 0,08475 mm sein. Auch für andere Einzelfenstergrößen (bis 19 mm x 19 mm laut Datenblatt möglich) erhält man dieselbe untere
- 30 Grenze für den Kamerafehler.
- [0038]** Dieser Wert wird auch unter der worst case Annahme einer Abweichung eines Vollpixels von 0,025 mm weit unterboten und führt zu einem Kontaktflächenquadrat von 1,4005 mm x 1,4005 mm bzw. 87,17 % der Originalfläche.
- [0039]** Die Verbesserung des Bildverarbeitungsverfahrens gegenüber dem klassischen Verfahren beträgt somit 16,34 %.
- 35

3. Fehler des klassischen (aber unveröffentlichten) Verfahrens

3.1 Ausgangsdatenfehler

- 40 **[0040]** Für eine worst case Abschätzung müssen auch die Abweichungen, die bei der Produktion der Flachleiterkabel vorkommen, zu den Fehlern im Verarbeitungs- und Verbindungsprozess dazugerechnet werden.
- [0041]** Die Summe der Fehler, die bei der Kabelproduktion vorkommen, werden hier als Ausgangsdatenfehler bezeichnet, da sowohl das klassische Verfahren als auch das Bildverarbeitungsverfahren diesen Vorgaben unterworfen ist.
- [0042]** Bei der Produktion wirken sich nun folgende Toleranzen aus:
- 45

Leiterstreifenversatz ($\pm 0,15 \text{ mm}$)

Leiterdickenänderung ($\pm 0,05 \text{ mm}$)

Matrixversatz ($\pm 0,12 \text{ mm}$)

Fenstergrößenänderung ($\pm 0,05 \text{ mm}$)

50

- [0043]** Für eine worst case Abschätzung nimmt man bei einem 1,5 mm x 1,5 mm Fenster Leiterstreifenversatz und Matrixversatz maximal gegeneinander verschoben an. Zudem werden sowohl Fenstergröße als auch Streifenleiterdicke auf ein Minimum reduziert. Ein solches worst case Fenster hat statt 1,5 mm x 1,5 mm nur 1,45 mm x 1,2 mm Abmessungen und die sichtbare Kupferfläche ist auf 77,33% gesunken.
- 55

Fig. 3 und Fig. 4 Ausgangsdatenfehler

3.2 Deckungsfehler

[0044] Für die Berechnung des Deckungsfehlers, jene Kontaktflächenreduktion die entsteht wenn man eine worst case Situation mit den Ausgangsdatenfehlern aus Punkt 3.1 annimmt, werden detailliert die einzelnen Schritte angeführt, die zu der maximalen Abweichung führen. Man erkennt, dass die gemeinsame Kontaktfläche ein Minimum hat, wenn die Kupferfenster beider Kabel eine Größe von 1,45 mm x 1,20 mm haben und maximal links und hoch verschoben sind. Diese Folgerung erhält man durch folgende Annahmen:

Fig. 5, 6, 7, 8 Deckungsfehler

[0045] Für die Verbindung der beiden Flachleiterkabel wird das zweite Werkstück gewendet und um 90° verdreht auf das erste Werkstück positioniert. Gelten an beiden Flachleiterkabeln dieselben Positionsmaße, sieht im worst case die Überlappung folgendermaßen aus:

Fig. 9 Überlappungsfehler

[0046] Die volle Überlappung an der Schmalseite ist auch im worst case (bisher wurden nur Fertigungstoleranzen und Deckungsfehler berücksichtigt) gegeben. Die Kontaktfläche ist ein 1,2 mm x 1,2 mm großes Fenster das damit noch eine Fläche von 64 % der originalen Fenstergröße besitzt.

3.3 Anschlagfehler

[0047] Der Anschlagfehler hat dann den größten Einfluss auf die Genauigkeit, wenn sowohl das untere als auch das obere Flachleiterkabel am Anschlag um die volle Toleranz von 0,12 mm zu schmal ist. Für die worst case Betrachtung im klassischen Verfahren muß dann davon ausgegangen werden, dass bei beiden Werkstücken diese Abweichung zu finden ist.

Fig. 10 Anschlagfehler

[0048] Durch die 90° Drehung des oberen Flachleiterkabels wird die Kupferkontaktfläche durch den Anschlagfehler um 0,12 mm in der Höhe und der Seite nach verkleinert. Die resultierende Kontaktfläche ist bei worst case Betrachtung ein 1,09 mm x 1,09 mm Quadrat das nur noch 52,80 % der ursprünglichen Größe aufweist.

3.4 Roboterfehler (Positionierungsgenauigkeit)

[0049] Die Wiederholgenauigkeit des Positionierroboters ist mit 0,07 mm, bezogen auf den TCP gegeben. In Zusammenspiel mit den anderen Fehlern tritt der worst case dann ein, wenn in den Koordinaten die Abweichungsvektoren gegeneinander links-hoch bzw. rechts-tief zeigen.

Fig. 11 Roboterfehler

[0050] Damit ist die größte Kontaktflächenreduktion durch Abnahme der Seitenlängen des Kontaktflächenquadrates um jeweils $0,07 \text{ mm} \cdot \sin 45^\circ = 0,0495 \text{ mm}$ gekennzeichnet.

[0051] Schlussendlich, nach Berücksichtigung aller (maximal möglichen) Fehler, ist ein Quadrat mit 0,991 mm x 0,991 mm das Resultat. Die Kupfer-Kupfer Kontaktfläche beträgt nur noch 43,65 % der originalen Kontaktfläche!

4. Weitere Abschätzungen

4.1 Kurzschluss

[0052] Es wird untersucht, ob bei maximaler Ausreizung der Toleranzen der Fall auftreten kann, dass ein Fenster über zwei verschiedenen Leiterbahnen aufgebracht werden kann und so nach dem Verbinden zu einem Kurzschluss führt.

[0053] Nimmt man den Wert x als Idealabstand zwischen zwei Streifen, ist im worst case der Streifenabstand x - 0,20 mm, da der Streifenabstand laut Datenblatt um als 0,15 mm zu gering und die Streifendicken um jeweils 0,05 mm zu breit angenommen werden.

Das mit Laser aufgebrachte Fenster kann um 0,05 mm zu groß und um 0,12 mm zu tief (oder zu hoch) am Flachleiterkabel sein. Diese Abweichungen zusammen ergeben einen Streifenabstand von x - 0,345 mm. Da der Abstand der Streifen in der Praxis über 1 mm (also deutlich über 0,345 nun) liegt, kann es unter Einhaltung der Toleranzen auch im ungün-

stigsten Fall zu keinem Kurzschluss kommen.

4.2 Auswirkungen von Rotation beim Roboter Greifer

4.2.1 Einzelfensterbetrachtung

[0054] Für den maximalen Rotationsfehler wird eine Abweichung von 0,05 mm für ein 600 mm langes Werkstück angegeben. Der Fehlerwinkel ist demzufolge

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{0,05 \text{ mm}}{600 \text{ mm}} = 0,00477^\circ$$

[0055] Im worst case kommt es zu einer gegensinnigen Verdrehung um diesen Fehlerwinkel und damit zu einer Relativverdrehung um 0,00955° zwischen den Quadraten.

[0056] Fig. 12 und Fig. 13 Auswirkung einer Verdrehung

[0057] Es ergeben sich 8 Verlustdreiecke der Gesamtfläche $A_{\text{verl}} = 4 \cdot \left(\frac{x}{2}\right)^2 \cdot \tan 0,00955^\circ$ (mit x als Seitenlänge des Quadrates).

Der relative Fehler ist in jedem Fall 0,016 %.

Für den Fehler durch Rotation bei Einzelfensterbetrachtung wird dieser relative Fehler von weniger als 0,02 % nicht berücksichtigt, würde aber im Falle einer Berücksichtigung für das Bildverarbeitungsverfahren sprechen, da nur dort ein Ausgleich durch die Kamera möglich ist.

4.2.2 Matrixbetrachtung

[0058] Die maximale Matrixgröße von 128 mm x 128 mm und eine Positionierung eines (realen) 1,45 mm x 1,2 mm großen Fensters in einer Ecke dieser Matrix vorausgesetzt, kann der entstehende Fehler durch folgende Überlegung abgeschätzt werden:

Fig. 14 Auswirkung einer Verdrehung

[0059] Angenähert hat nun das Fenster nicht mehr 1,45 mm x 1,20 mm sondern nur mehr 1,45 mm x 1,1787 mm, was einer Flächenverdeckung von weniger als 1,8 % entspricht. Da unter worst case Bedingungen die gemeinsame Kontaktfläche nur um weniger als 1,8 % sinkt, kann auch für die Matrixbetrachtung der Rotationsfehler beim Roboter Greifer vernachlässigt werden. Bei der Positioniermethode mit Bildverarbeitung könnte er zusätzlich noch reduziert werden.

5. Mittelpunktkreuze für das klassische (aber unveröffentlichte) Verfahren

[0060] Bei Betrachtung im Koordinatensystem kann man sich der Mittelpunktkreuze der einzelnen Fenster bzw. deren Verschiebung durch die einzelnen Fehler bedienen.

Fig. 15 Kombination der einzelnen Fehler

6. Zusammenfassung des klassischen, unveröff. Verfahrens bei Einzelfensterbetrachtung

[0061] Durch die Ausgangsdatenfehler wird eine resultierende Fenstergröße von 1,45 mm x 1,20 mm vorausgesetzt. Der Deckungsfehler beschränkt die minimale Kontaktfläche auf ein Quadrat mit 1,2 mm x 1,2 mm Seitenlänge. Es muss damit gerechnet werden dass der Anschlagfehler in jedem der beiden Werkstücke vorkommt und deshalb zweimal in die Rechnung eingeht. Es wird weiters angenommen dass auch der Roboterfehler bei jedem Werkstück schlechtestmöglich in die Genauigkeitsrechnung aufgenommen wird.

Fehlerart	Häufigkeit	Fenstergröße	% von Originalfläche
Ausgangsdatenfehler	zweimal	1,45 mm x 1,20 mm	77,33 %
nach Deckungsfehler	einmal	1,20 mm x 1,20 mm	64,00 %
nach Anschlagfehler	zweimal	1,09 mm x 1,09 mm	52,80 %
nach Roboterfehler	zweimal	0,991 mm x 0,991 mm	43,65 %

7. Zusammenfassung des Bildverarbeitungsverfahrens bei Einzelfensterbetrachtung

[0062] Wie beim klassischen, unveröffentlichten Verfahren ist man auch im Bildverarbeitungsverfahren auf die Vorgaben aus der Flachleiterkabel-Produktion angewiesen und muss die Ausgangsdatenfehler als Startwert heranziehen. Für die Einzelfensterbetrachtung kann der Deckungsfehler in der Art ausgeglichen werden, dass sich die Mittelpunkt-kreuze von oberem und unterem Werkstück decken. Der Roboterfehler geht nur einmal in die Genauigkeitsrechnung ein, da nur für das zweite Werkstück die Kompensation durch die Bildverarbeitung nicht durchgeführt werden kann. Man erhält eine überlappende Fläche die wie folgt skizziert werden kann:

Fig. 16 Situation des Einzelfensters

[0063] Für dieses Verfahren geht der Kamerafehler KF (Differenz zwischen Wirklichkeit und digitalem Abbild) zweimal in die Genauigkeit ein, da jedes der beiden Werkstücke "vermessen" wird. Die resultierende Gesamtkontaktfläche lässt sich nun durch folgende Formel angeben:

für $KF \leq 0,03775$ mm: $relativeDeckfläche = 64\%$

für $KF > 0,03775$ mm: $relativeDeckfläche = \frac{(1,2 - |0,0755 - 2 \cdot KF|)^2}{1,5^2} \cdot (100\%)$

[0064] Es zeigt sich auch für einen worst case Kamerafehler von 0,025 mm dass die seitlichen "Überlappungsreserven" groß genug sind und die gemeinsame Kontaktfläche durch den Kamerafehler nicht eingeschränkt wird.

Fehlerart	Häufigkeit	Fenstergröße	% von Originalfläche
Ausgangsdatenfehler	zweimal	1,45 mm x 1,20 mm	77,33 %
nach Deckungsfehler (mit Ausgleich)	einmal	1,20 mm x 1,20 mm	64,00 %
nach Roboterfehler	einmal	1,20 mm x 1,20 mm	64,00 %
nach Kamerafehler	zweimal	1,20 mm x 1,20 mm	64,00 %

[0065] Für die Einzelfensterbetrachtung kann eine worst case Verbesserung von 31,80 % für das Bildverarbeitungsverfahren gegenüber dem klassischen Verfahren angegeben werden.

[0066] Die folgende Betrachtung der Mittelpunktkreuze macht deutlich, wie klein die Abweichungen durch Fehler nun sind:

Fig. 17 Kombination der einzelnen Fehler

8. Mehrfenstermatrix-Betrachtung für das klassische Verfahren:

[0067] Skizzenhaft soll der worst case bei Mehrfenstermatrizen (praktischer Fall) dargestellt werden:

Fig. 18 und Fig. 19 Prinzipielle Situation bei mehreren Fenstern

[0068] In diesem Fall driften bei einem Kabel alle Fenster bis zu den maximalen Toleranzen auseinander und am anderen Flachleiterkabel rücken die Fenster bis zu einem Minimum zusammen. Für ein ursprünglich 1,5 mm x 1,5 mm großes Fenster, das durch die Fertigungstoleranzen auf 1,45 mm x 1,20 mm reduziert wurde, tritt dadurch folgende Überlappung auf:

EP 1 520 323 B1

Fig. 20, 21, 22, 23 und 24 Auswirkungen auf die einzelnen Fenster

[0069] Es kann also bei der Matrixbetrachtung zu einem zusätzlichen Deckungsfehler von 10,54 % kommen, der schließlich die Kontaktfläche auf ein 1,135 mm x 1,135 mm Quadrat reduziert. Die Fläche des Kontaktquadrates entspricht nur noch 57,25 % der Originalfläche.

[0070] Auch hier kann der Anschlagfehler für beide Kabel auftreten und damit die Kontaktfläche auf 45,79 % der Originalfläche reduzieren.

[0071] Der Roboterfehler tritt wiederum zweimal auf und hat eine Verkleinerung der Kontaktfläche auf ein 0,916 mm x 0,916 mm großes Quadrat zur Folge dessen Größe 37,29 % der Originalgröße entspricht.

[0072] Würde ein etwaiger Verbindungsfehler, der dieselbe Abweichung wie der Roboterfehler besitzt, mit eingerechnet, beträgt die Oberfläche der gefügten Kupfer-Kupfer Verbindung 0,8665 mm x 0,8665 mm und somit 33,37 % der ursprünglichen Deckungsfläche.

Fehlerart	Häufigkeit	Fenstergröße	% von Originalfläche
Ausgangsdatenfehler	zweimal	1,45 mm x 1,20 mm	77,33 %
nach Deckungsfehler	einmal	1,135 mm x 1,135 mm	57,25 %
nach Anschlagfehler	zweimal	1,015 mm x 1,015 mm	45,79 %
nach Roboterfehler	zweimal	0,916 mm x 0,916 mm	37,29 %

9. Mehrfenstermatrix-Betrachtung für das Bildverarbeitungsverfahren

[0073] Nimmt man wieder den Fall der maximal auseinanderliegenden Fenster am einen Werkstück und der maximal zusammenliegenden Fenster am anderen Werkstück für die Betrachtung her, kann man mit Hilfe der Bildverarbeitung den Deckungsfehler verkleinern. Dabei wird so vorgegangen, dass man den recht großen Fehler im rechten unteren Fenster zu Lasten der anderen Fenster verkleinert und so einen Fehlerausgleich bei allen Fenstern durchführt. Im worst case entspricht dieser Fehlerausgleich einer Translation des oberen Flachleiterkabels um 0,0375 mm links und hoch. Die unter Punkt 8 aufgeführten Überlappungen werden durch diese Translation zu Überlappungen der folgenden Struktur:

Fig. 25, 26, 27 und 28 Auswirkungen auf die einzelnen Fenster

[0074] Der worst case für das Kontaktflächenquadrat liegt also bei 1,1725 mm x 1,1725 mm Seitenlänge und damit bei einer Kontaktfläche von 61,10 % von der Originalfläche.

[0075] Bei dem Verfahren mit der Bildverarbeitung kommt der Anschlagfehler nicht in die Genauigkeitsrechnung - dieser Fehler wird von der Bildverarbeitung kompensiert.

[0076] Der Roboterfehler muss nur einmal berücksichtigt werden, wenn nämlich das zweite Flachleiterkabel nach der Analyse durch die Kamera auf dem ersten Kabel positioniert wird. Zieht man die Auswirkungen dieses einen Roboterfehler von der Kontaktfläche ab, erhält man eine Kupfer-Kupfer Deckungsfläche von 56,05 % der originalen Fläche (1,123 mm x 1,123 mm statt 1,5 mm x 1,5 mm).

[0077] Nun muss noch zweimal der Kamerafehler berücksichtigt werden. Um besser als der worst case im klassischen Fall mit 0,916 mm x 0,916 mm zu sein, muss der Kamerafehler weniger als 0,1035 mm bezogen auf den TCP betragen. Der Kameratest in der Praxis bestätigt eine Abweichung von 0,025 mm als worst case Fehler.

Fehlerart	Häufigkeit	Fenstergröße	% von Originalfläche
Ausgangsdatenfehler	zweimal	1,45 mm x 1,20 mm	77,33 %
nach Deckungsfehler (mit Ausgleich)	einmal	1,1725 mm x 1,1725 mm	61,10%
nach Roboterfehler	einmal	1,123 mm x 1,123 mm	56,05 %
nach Kamerafehler	zweimal	1,073 mm x 1,073 mm	51,17 %

[0078] Für die in der Praxis vorkommende Matrixbetrachtung liegt die Erhöhung der gemeinsamen Kupfer-Kupfer Kontaktfläche und somit die Verbesserung der Genauigkeit bei 27,12 %.

Matrixbetrachtung klassisches (aber nicht vorveröffentlichtes) Verfahren

Fig. 29, 30, 31 und 32 Überlappung der Fenster beim klassischen Verfahren

[0079] Von rechtem unterem Fenster folgt Detailzeichnung zur verständlicheren Darstellung:

Gestricheltes Quadrat: Idealquadrat mit 1,5 mm x 1,5 mm

Punktierte Linien: Diagonalen von Idealquadrat und resultierendem Kontaktflächenquadrat zur Bestimmung der Mittelpunktkreuze

[0080] Mittelpunkt Kreuz der verbleibenden Kontaktfläche ist rechts-hoch verschoben gegenüber dem idealen Mittelpunkt Kreuz

Fig. 33 Überlappung der Fenster beim klassischen Verfahren

[0081] Matrixbetrachtung Bildverarbeitungsverfahren

Fig. 34, 35, 36 und 37 Überlappung der Fenster beim Bildbearbeitungsverfahren

[0082] Klassisches (unveröffentlichtes) Verfahren:

Fehlerart	Häufigkeit	Fenstergröße	% von Originalfläche
Ausgangsdatenfehler	zweimal	1,45 mm x 1,20 mm	77,33 %
nach Deckungsfehler	einmal	1,135 mm x 1,135 mm	57,25 %
nach Anschlagfehler	zweimal	1,015 mm x 1,015 mm	45,79 %
nach Roboterfehler	zweimal	0,916 mm x 0,916 mm	37,29 %

Bildverarbeitungsverfahren:

[0083]

Fehlerart	Häufigkeit	Fenstergröße	% von Originalfläche
Ausgangsdatenfehler	zweimal	1,45 mm x 1,20 mm	77,33%
nach Deckungsfehler (mit Ausgleich)	einmal	1,1725 mm x 1,1725 mm	61,10 %
nach Roboterfehler	einmal	1,123 mm x 1,123 mm	56,05 %
nach Kamerafehler	zweimal	1,073 mm x 1,073 mm	51,17 %

Zusammenfassung des Vergleiches:

[0084]

Fehlerart	Klassisches Verfahren	Bildverarbeitungs-Verfahren
Ausgangsdatenfehler	77,33 %	77,33 %
nach Deckungsfehler	57,25 %	61,10 %
nach Anschlagfehler	45,79 %	-
nach Roboterfehler	37,29 %	56,05 %
nach Kamerafehler	-	51,17 %

[0085] Wie aus den obigen Ausführungen klar ersichtlich ist, schafft die Erfindung durch ihre Maßnahmen:

[0086] Optisches Erfassen der abisolierten Stellen zweier zu verbindender Flachleiterkabel sowohl nach ihrem Ort auf dem jeweiligen Flachleiterkabel als auch nach ihrer Form und Größe, dem Aufeinanderlegen derart, dass die (relativ)

kleinste überlappende abisolierte Fläche ein Maximum wird und dem Aufsetzen des Werkzeuges der Maschine, die die elektrische Verbindung herstellt, in der Mitte der überlappenden abisolierten Fläche, dass eine um Größenordnungen reduzierte Verkleinerung der tatsächlichen Kontaktflächen und damit eine wesentliche Herabsetzung des elektrischen Widerstandes und eine wesentliche Erhöhung der mechanischen Festigkeit erreicht wird.

5 **[0087]** Als "relativ kleinste Fläche" ist nicht unbedingt die mit der kleinsten Fläche anzusehen, sondern meist die, die zufolge der Breite der zu verbindenden Kupferleiter und/oder der vorgesehenen spezifischen Strombelastung als die kritischste zu betrachten ist, es muß daher nicht die mit der nach dem reinen Flächenausmaß kleinste Fläche sein. Wenn beispielsweise zwei geometrisch gleich große überlappende Flächen mit unterschiedlicher Strombelastung vorhanden sind, so ist die Fläche mit der höheren zu erwartenden Strombelastung die "relativ kleinere Fläche".

10 **[0088]** Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Beispiele beschränkt, sondern kann verschiedentlich abgewandelt werden. So kann durch entsprechende Adaption der Formeln, die für den Fachmann in Kenntnis der Erfindung leicht durchgeführt werden kann, eine entsprechende Anwendung für schräg (und nicht rechtwinkelig, unter 90°) miteinander zu verbindende Flachleiterkabel getroffen werden. Die Erfindung ist für alle Arten von Robotern und Flachkabel (laminierte und extrudierte, mit untereinander gleichen Kupferleitern oder mit untereinander verschiedenen, etc.) anwendbar, das

15 Abisolieren kann auf unterschiedlichste Weise erfolgen, auch wenn in der Anmeldung auf Laserabtrag der Isolierung besonders Bedacht genommen wurde. Die Form der abisolierten Flächen muß nicht rechteckig sein, kreisrunde oder ovale Formen sind ebenso möglich.

[0089] Auch ist zu berücksichtigen, dass die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und die Gegenüberstellung mit dem internen Stand der Technik an Hand eines speziellen Ausführungsbeispiels erfolgte, wobei Toleranzen

20 verwendet wurden, wie sie in der Praxis auftreten. Selbstverständlich erhält man bei Gegenüberstellungen von Beispielen mit anderen Toleranzen andere mögliche Verbesserungen, doch ist aus dem Beispiel gut ersichtlich, wie durch die optische Erkennung in Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine automatische Verbindung von FFCs möglich wird.

[0090] Die Frage der "Mitte" der überlappend abisolierten Fläche kann entweder durch Wahl des Schwerpunktes oder

25 durch eine andere, dem jeweiligen Verbindungsverfahren angepaßte Wahl gelöst werden, es ist beispielsweise möglich, einen Schwerpunkt mit einer Gewichtung, linear oder quadratisch, vorzunehmen, um besondere Bedürfnisse zu berücksichtigen. Insbesondere bei komplex geformten überlappenden Flächen kann zur Vereinfachung der Schnittpunkt der kürzesten mit der längsten Sehne od. dergl. verwendet werden. Auch ist die Verwendung besonders geformter Werkzeugspitzen, die wiederum eine eigene Wahl möglich und notwendig machen, denkbar.

30 **[0091]** Als Roboter kommen alle Vorrichtungen in Frage, die, durch eine elektronische Steuerung angesteuert, in der Lage sind, einen FFC mit wiederholbarer Genauigkeit zu manipulieren (Ergreifen, Bewegen, Ablegen). Ob dabei das Ergreifen durch Saugnapfe oder Klammern erfolgt, spielt prinzipiell keine Rolle.

[0092] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, die zumindest einen Roboter, der die FFC handhaben kann, eine Fixiervorrichtung für die positionierten FFC auf einem Carrier, eine Kamera, eine

35 die elektrische Verbindung schaffende Vorrichtung und eine Steuervorrichtung für den Roboter, die auch die Verarbeitung der von der Kamera kommenden Signale vornimmt, umfaßt. Dabei muß die Steuervorrichtung keine physische Einheit sein, es werden in der Beschreibung und den Ansprüchen darunter die Summe der (zumeist elektronischen) Bauteile und Vorrichtungen samt ihren Sensoren verstanden, die in Summe die Durchführung des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens erlauben.

40 **[0093]** Da die Positionierung der FFC in ihre Endposition nach der optischen Erfassung erfolgt, ohne notwendigerweise einen Anschlag zu verwenden, müssen die FFC nur in ihrer Endposition fixiert werden, was beispielsweise durch Saugvorrichtungen, durch Anpreßvorrichtungen, etc., die bevorzugt am Carrier montiert sind, möglich ist.

[0094] Der Carrier kann eine ebene Platte (beispielsweise ein Arbeitstisch) sein, oder die Form einer länglichen Ablagefläche aufweisen, beispielsweise die Oberfläche eines Strangprofils sein. Die Fixiervorrichtungen sind bevorzugt

45 am Carrier montiert, da so am einfachsten jede unerkannte und damit unerwünschte Bewegung des FFC beim Fixieren verhindert bzw. minimiert wird. Dazu wird der FFC vom Roboter am Carrier abgelegt und gehalten, dann werden die Fixiervorrichtungen (hier in der Beschreibung immer in der Mehrzahl angesprochen, ohne dass dies eine technische Notwendigkeit wäre) aktiviert und dann erst läßt der Roboter den nunmehr fixierten FFC los.

[0095] Der zweite FFC wird vom Roboter, bevorzugt dem gleichen wie für den ersten FFC, ebenfalls nach der Berechnung der gewünschten Endlage abgelegt und durch die ihm zugeordneten Fixiervorrichtungen fixiert, bevor der

50 Roboter ihn freigibt.

[0096] Sodann wird das Werkzeug der Verbindungsvorrichtung in die gewünschte Position gebracht und aktiviert, sodass es die elektrisch leitende und mechanische Verbindung zwischen den beiden FFC durch Verbinden der freigelegten und miteinander in Kontakt gebrachten Leiterbahnen beim ersten Fenster herstellt. Sodann wird das Werkzeug

55 in die passende Position für die Verbindung im Bereich des zweiten Fensters gebracht und aktiviert, usw., usw., bis die Leiterbahnen aller Fenster der Matrix miteinander verbunden sind. Bevorzugt wird dabei in der Reihenfolge von der kleinsten überlappenden Fläche zur größten vorgegangen, um bei der(n) kritischsten Verbindung(en) keinerlei Änderungen der Relativposition der FFC zufolge Wärmedehnungen etc. zu provozieren.

[0097] Nach der Schaffung aller Verbindungen wird der fertige Teil vom Roboter (oder einem anderen Roboter) erfaßt, von den Fixiervorrichtungen freigegeben und zur weiteren Verwendung abtransportiert.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionierung der abisolierten Stellen zweier miteinander elektrisch leitend und mechanisch zu verbindender Flachleiterkabel (FFC) übereinander, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abisolierten Stellen der beiden zu verbindenden Flachleiterkabel mittels einer Bildverarbeitungsvorrichtung optisch sowohl nach ihrem Ort auf dem jeweiligen Flachleiterkabel als auch nach ihrer Form und Größe erfasst werden, dass von der Bildverarbeitungsvorrichtung die Position der Flachleiterkabel berechnet wird, in der die kleinste der überlappenden abisolierten Flächen ein Maximum wird, dass die Flachleiterkabel mittels eines die Daten der Bildverarbeitungsvorrichtung benutzenden Positionierroboters in diese Position gebracht und in dieser Position mittels einer Fixiervorrichtung gehalten und mit dem Werkzeug einer Verbindungsvorrichtung, die die elektrisch leitende Verbindung herstellt, miteinander verbunden werden.
2. Verfahren zur Positionierung der abisolierten Stellen zweier miteinander elektrisch leitend und mechanisch zu verbindender Flachleiterkabel (FFC) übereinander, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abisolierten Stellen der beiden zu verbindenden Flachleiterkabel mittels einer Bildverarbeitungsvorrichtung optisch sowohl nach ihrem Ort auf dem jeweiligen Flachleiterkabel als auch nach ihrer Form und Größe erfasst werden, dass von der Bildverarbeitungsvorrichtung die Position der Flachleiterkabel berechnet wird, in der die größte der in einer der überlappenden abisolierten Flächen auftretenden Stromdichten ein Minimum wird, dass die Flachleiterkabel mittels eines die Daten der Bildverarbeitungsvorrichtung benutzenden Positionierroboters in diese Position gebracht und in dieser Position mittels einer Fixiervorrichtung gehalten und mit dem Werkzeug einer Verbindungsvorrichtung, die die elektrisch leitende Verbindung herstellt, miteinander verbunden werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug der Verbindungsvorrichtung, die die elektrisch leitende Verbindung herstellt, in der Mitte jeder überlappenden abisolierten Fläche aufgesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Mitte der überlappenden abisolierten Flächen deren Schwerpunkt gewählt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Mitte der überlappenden abisolierten Flächen deren Schwerpunkt mit einer Gewichtung, beispielsweise linear oder quadratisch, gewählt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Mitte der überlappenden abisolierten Flächen der Schnittpunkt zwischen der längsten Sehne der Fläche und der kürzesten Sehne der Fläche gewählt wird.
7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsverfahren ein Schweißverfahren ist.
8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Verbindung bei der kleinsten der überlappenden abisolierten Flächen erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Folge die Verbindung bei der jeweils nächstgrößeren überlappenden abisolierten Fläche erfolgt.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Carrier für die Ablage der FFC, einen Roboter für die Handhabung der FFC, zumindest eine Fixiervorrichtung für jeden auf dem Carrier positionierten FFC, eine Kamera, eine die elektrische Verbindung zwischen den Leiterbahnen der FFC schaffenden Verbindungsvorrichtung und eine die Verarbeitung der von der Kamera kommenden Signale vornehmende Steuervorrichtung für den Roboter und die Fixiervorrichtungen aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fixiervorrichtung am Carrier montiert ist.

Claims

1. A process for positioning stripped portions of two flat conductors (FFC) to be interconnected on top of one another in a mechanical and electrically conductive way, **characterised in that** the stripped portions of the two flat conductors to be interconnected are optically detected both according to their places and according to their shapes and sizes by means of an image processing device, that that position of the flat conductors is calculated by said image processing device in which the smallest one of the overlapping stripped surfaces becomes a maximum, that the flat conductors are brought into this position by a positioning robot, which uses the data of the image processing device, and are held in this position by means of a fixing device, and are interconnected by a tool of an interconnecting device which realises the electrically conductive interconnection.
2. A process for positioning stripped portions of two flat conductors (FFC) to be interconnected on top of one another in a mechanical and electrically conductive way, **characterised in that** the stripped portions of the two flat conductors to be interconnected are optically detected both according to their places and according to their shapes and sizes by means of an image processing device, that that position of the flat conductors is calculated by said image processing device in which the largest current density occurring in one of the overlapping stripped surfaces becomes a minimum, that the flat conductors are brought into this position by a positioning robot, which uses the data of the image processing device, and are held in this position by means of a fixing device, and are interconnected by a tool of an interconnecting device which realises the electrically conductive interconnection.
3. Process according to claim 1 or 2, **characterised in that** said tool of said interconnecting device, that realises the electrically conductive interconnection, is put onto the middle of each overlapping stripped surface.
4. Process according to claim 3, **characterised in that** the centre of gravity is chosen as the middle of the overlapping stripped surfaces.
5. Process according to claim 3, **characterised in that** the centre of gravity, using a weighting, for example a linear one or a square one, is chosen as the middle of the overlapping stripped surfaces.
6. Process according to claim 3, **characterised in that** the point of intersection between the longest chord of the surface and the shortest chord of the surface is chosen as the middle of the overlapping stripped surfaces.
7. Process according to any of the preceding claims, **characterised in that** the method of interconnection is a welding method.
8. Process according to any of the preceding claims, **characterised in that** the first interconnection is effected at the smallest one of the overlapping stripped surfaces.
9. Process according to claim 8, **characterised in that** following that, a connection is made at that overlapping stripped surface which is the respective next in size.
10. A device for carrying out the process according to any of claims 1 to 9, **characterised in that** it comprises a carrier for depositing the FFCs, a robot for manipulating FFCs, at least one fixing device for each one of the FFCs positioned on said carrier, a camera, an interconnecting device providing the electrical connection between the conductors of the FFCs, and a control device which effects processing of the signals derived from said camera for said robot and said fixing devices.
11. Process according to claim 10, **characterised in that** said fixing device is mounted on said carrier.

Revendications

1. Procédé de positionnement des segments dénudés de deux câbles à conducteurs plats (FFC), qui sont à relier mécaniquement d'une façon électriquement conductible l'un sur l'autre, **caractérisé en ce, que** les segments dénudés des deux câbles à conducteurs plats à relier sont détectés optiquement par un dispositif de traitement d'images non seulement selon leur place sur le câble respectif à conducteurs plats, mais encore selon sa forme et grandeur, que cette position des câbles à conducteurs plats est calculée par le dispositif de traitement d'images, à laquelle la plus petite des surfaces dénudées recouvrantes devient un maximum, que les câbles à conducteurs

plats sont amenés à cette position par un robot de positionnement, qui utilise les données du dispositif de traitement d'images, et sont maintenues dans cette position au moyens d'un dispositif de fixation, et sont reliés l'un à l'autre par un outil d'un dispositif de raccordement, qui prépare le raccordement électriquement conductible.

- 5 **2.** Procédé de positionnement des segments dénudés de deux câbles à conducteurs plats (FFC), qui sont à relier mécaniquement d'une façon électriquement conductible l'un sur l'autre, **caractérisé en ce, que** les segments dénudés des deux câbles à conducteurs plats à relier sont détectés optiquement par un dispositif de traitement d'images non seulement selon leur place sur le câble respectif à conducteurs plats, mais encore selon sa forme et
10 grandeur, que cette position des câbles à conducteurs plats est calculée par le dispositif de traitement d'images, à laquelle la densité de courant la plus grande se produisant dans une des surfaces dénudées recouvrantes devient un minimum, que les câbles à conducteurs plats sont amenés à cette position par un robot de positionnement, qui utilise les données du dispositif de traitement d'images, et sont maintenues dans cette position au moyens d'un dispositif de fixation, et sont reliés l'un à l'autre par un outil d'un dispositif de raccordement, qui prépare le raccordement électriquement conductible.
- 15 **3.** Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce, que** l'outil du dispositif de raccordement, qui prépare le raccordement électriquement conductible, est posé au milieu de chaque surface dénudée recouvrante.
- 20 **4.** Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce, que** l'on choisi le centre de gravité comme milieu des surfaces dénudées recouvrantes.
- 25 **5.** Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce, que** l'on choisi le centre de gravité comme milieu des surfaces dénudées recouvrantes en utilisant une pondération, par exemple linéaire ou quadratique.
- 30 **6.** Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce, que** l'on choisi le point d'intersection entre la corde la plus longue de la surface et la corde la plus courte de la surface comme milieu des surfaces dénudées recouvrantes.
- 35 **7.** Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce, que** la méthode de raccordement est une méthode de soudage.
- 40 **8.** Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce, que** le premier raccordement est fait à la plus petite des surfaces dénudées recouvrantes.
- 45 **9.** Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce, que** l'on fait en suite le raccordement à la première surface dénudée recouvrante plus grande respective.
- 50 **10.** Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce, qu'il** comprend un moyen de support pour le dépôt des FFCs, un robot pour le maniement des FFCs, au moins une dispositif de fixation pour chaque FFC positionné au moyen de support, une caméra, un dispositif de raccordement, qui fait le raccordement électrique entre les bandes conductibles des FFCs, et un dispositif de commande, qui réalise le traitement des signaux dérivés de la caméra pour le robot et les dispositifs de fixations.
- 55 **11.** Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce, que** le dispositif de fixation est monté audit moyen de support.

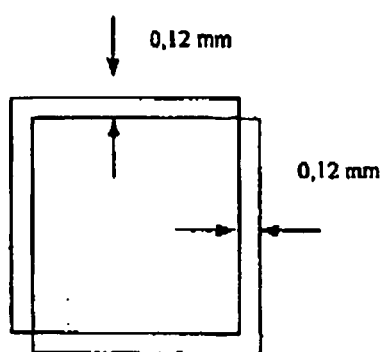


Fig. 1

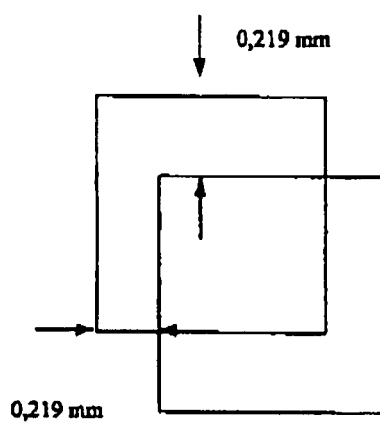
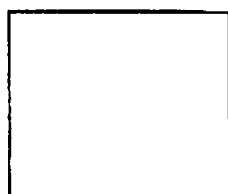
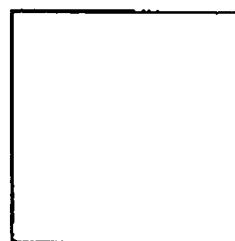


Fig. 2



1,45 mm x 1,2 mm

Fig. 3



1,5 mm x 1,5 mm

Fig. 4

Fig. 5

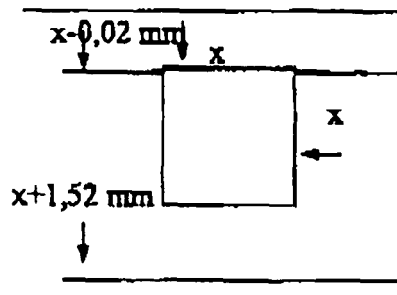


Fig. 6

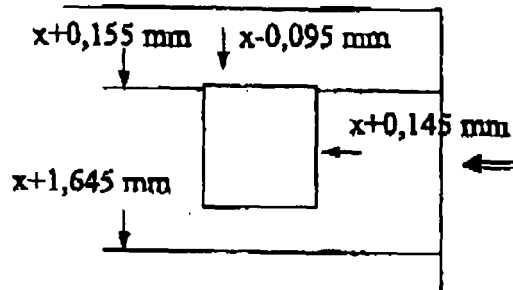
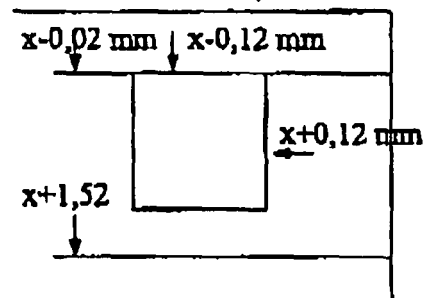


Fig. 7

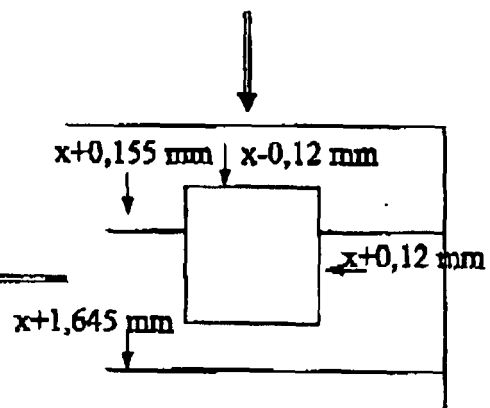


Fig. 8

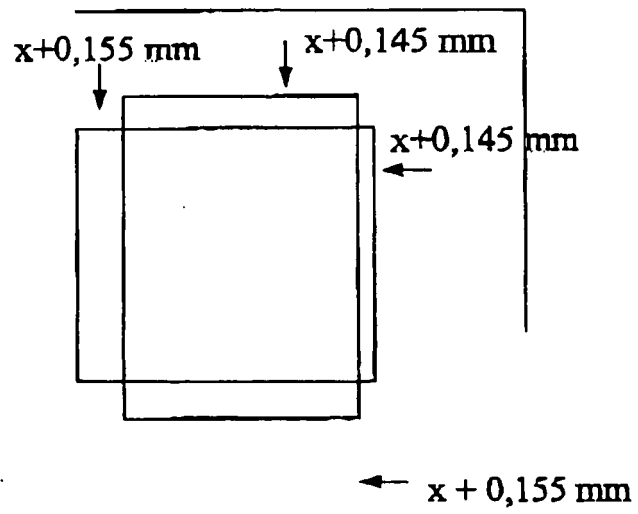


Fig. 9

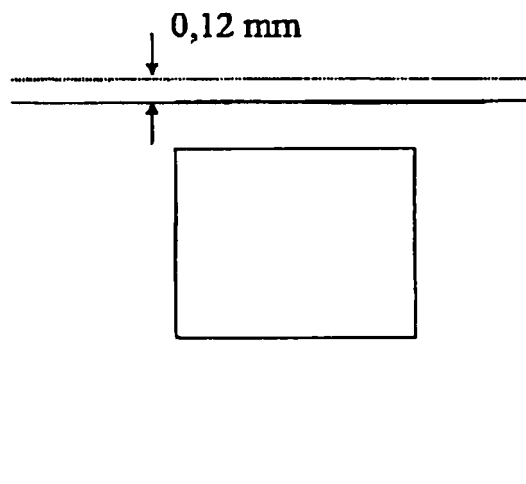


Fig. 10

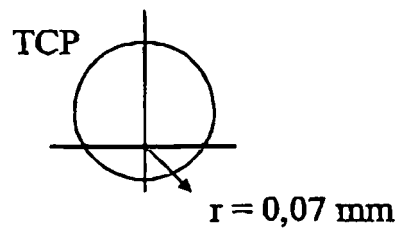


Fig. 11

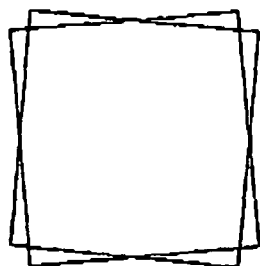


Fig. 12

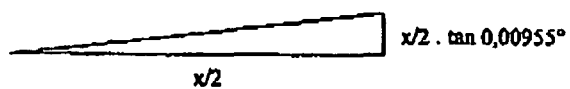


Fig. 13

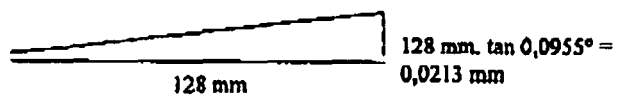


Fig. 14

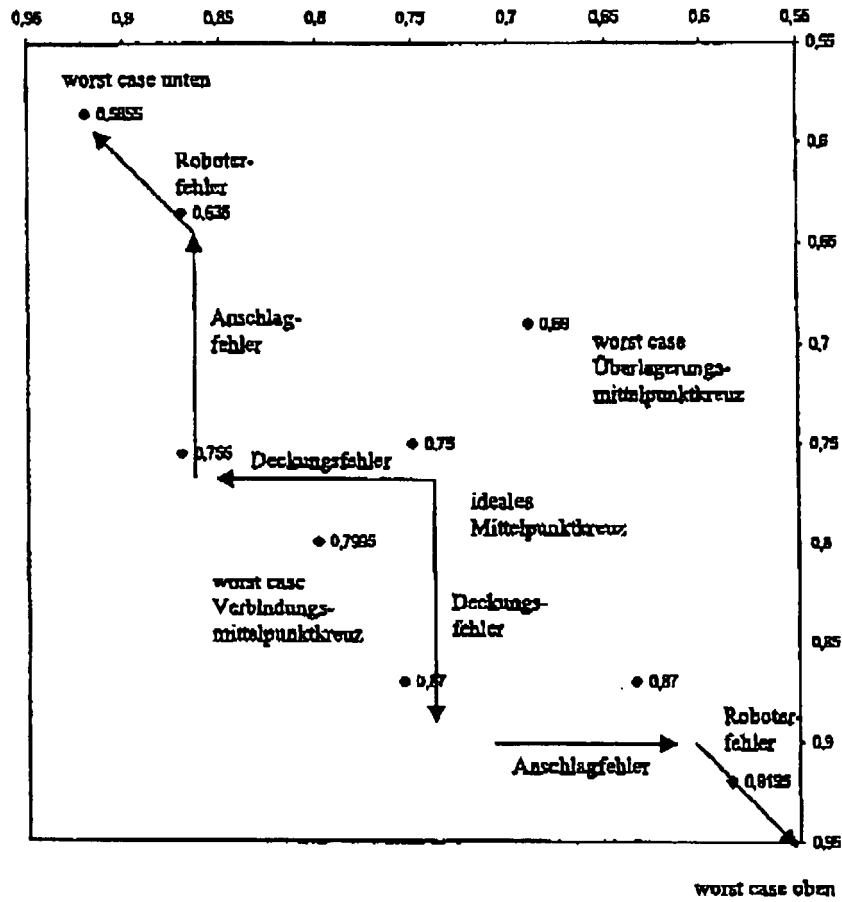


Fig. 15

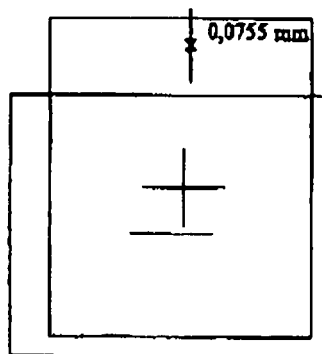


Fig. 16

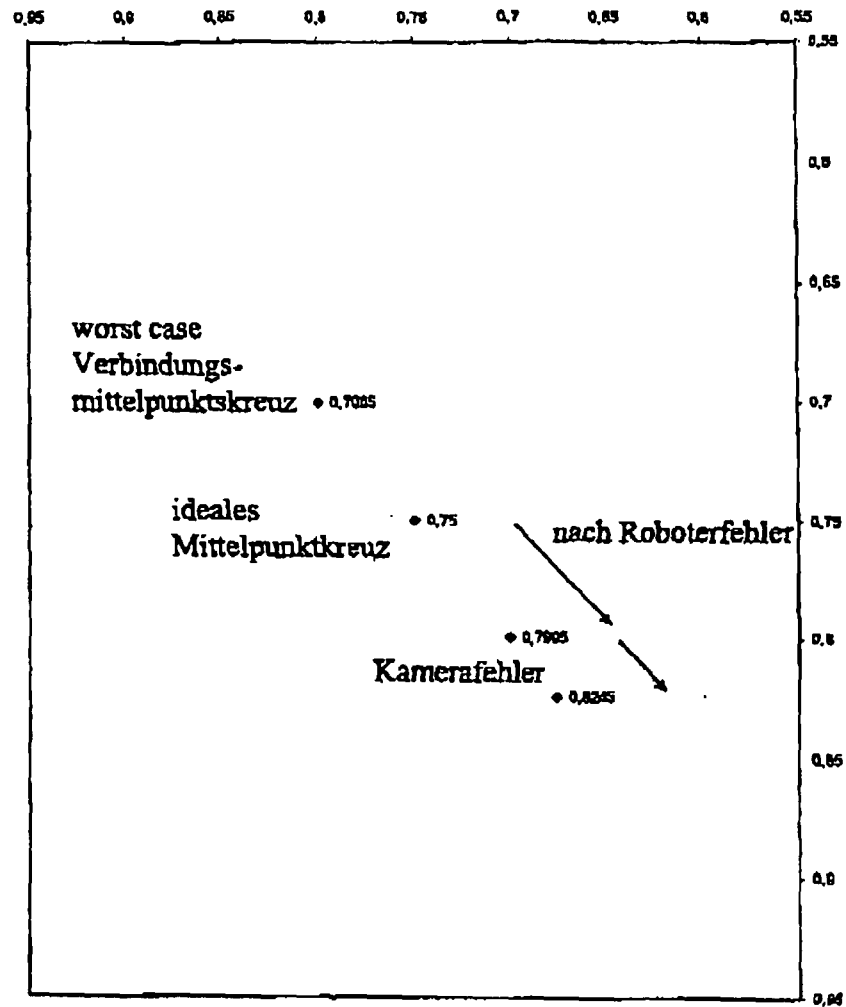


Fig. 17

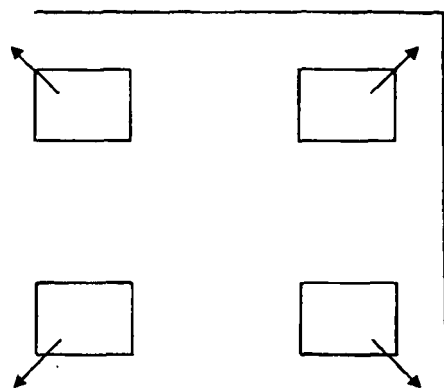


Fig. 18

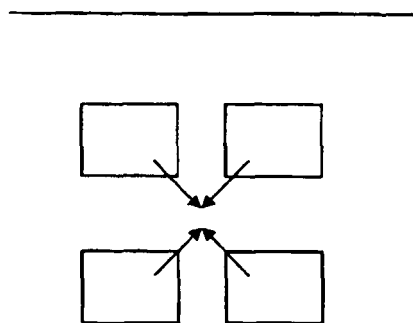


Fig. 19

Fig. 20

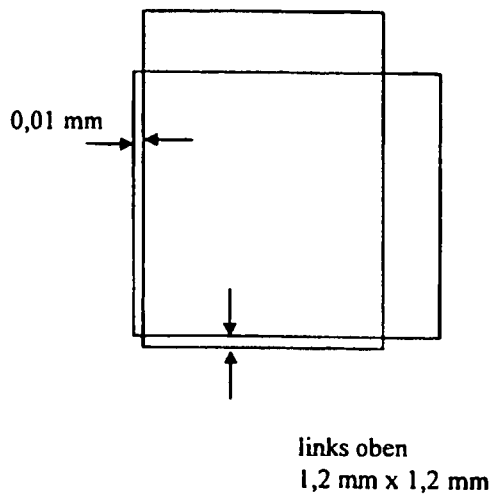


Fig. 21

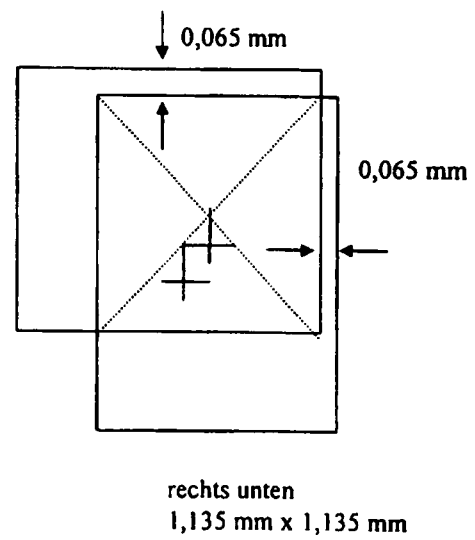
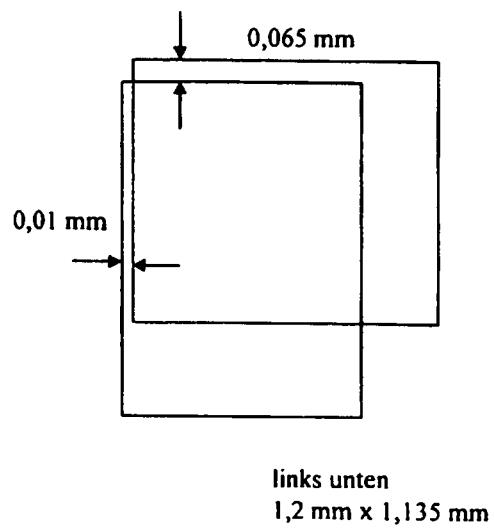
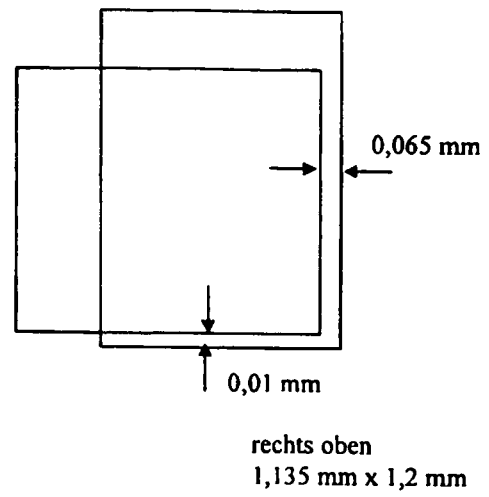


Fig. 22

Fig. 23

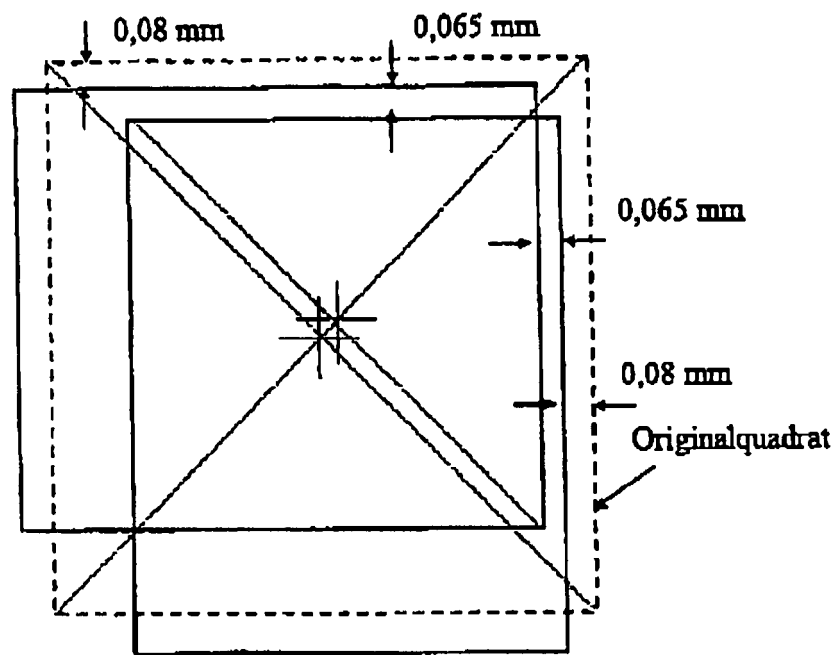


Fig. 24

Fig. 25

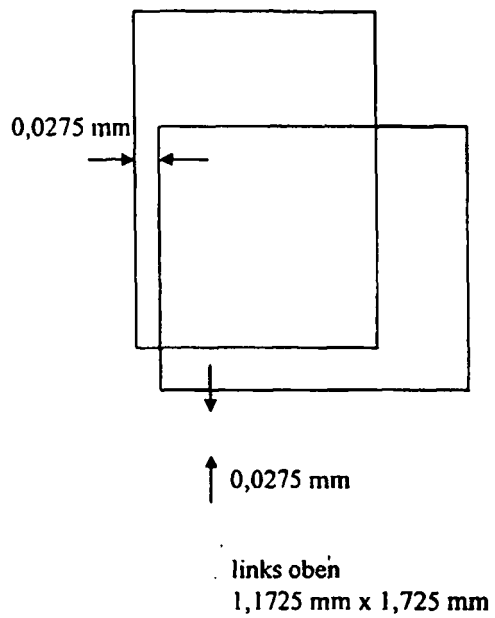


Fig.26

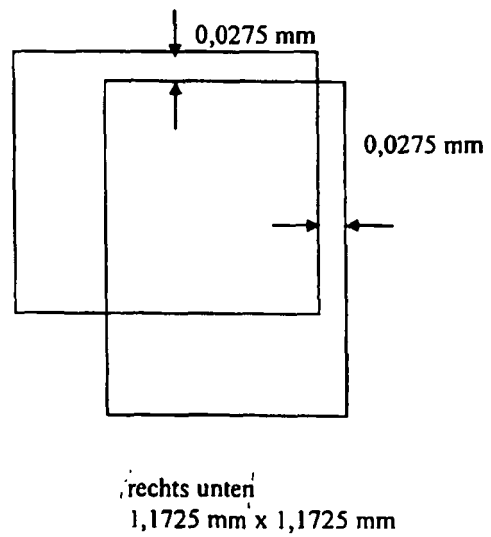
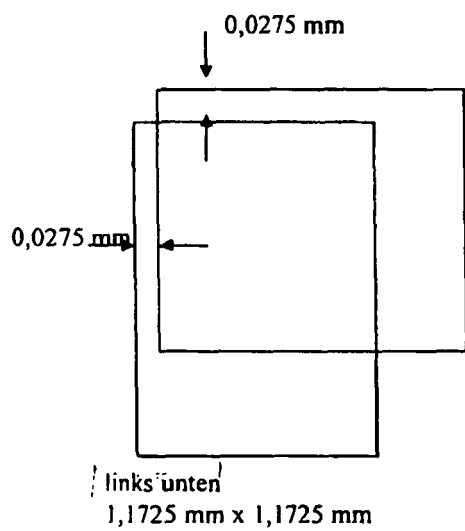
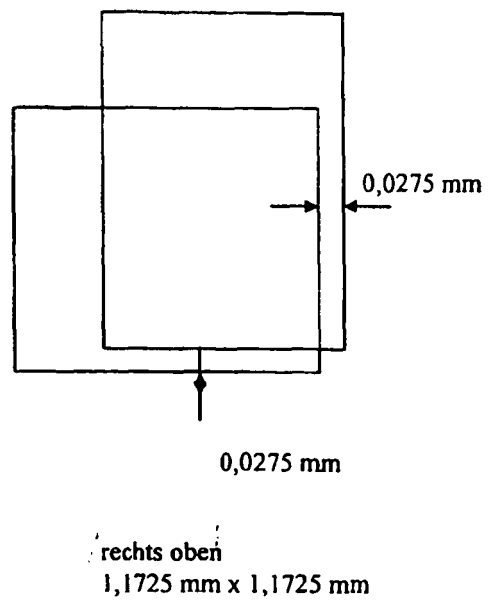


Fig. 27

Fig. 28

Fig. 29

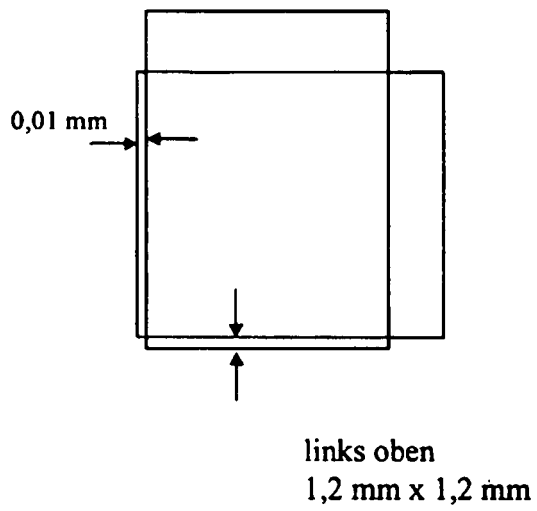


Fig. 30

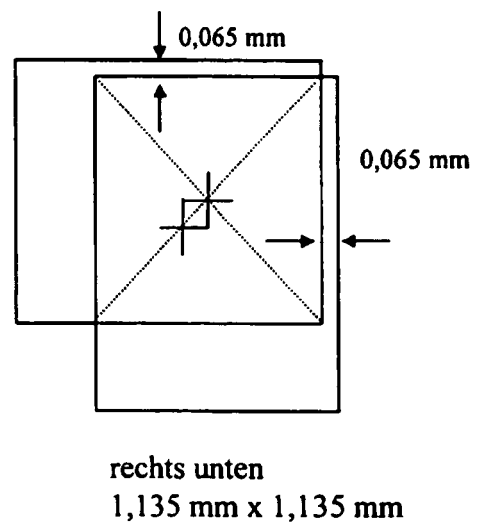
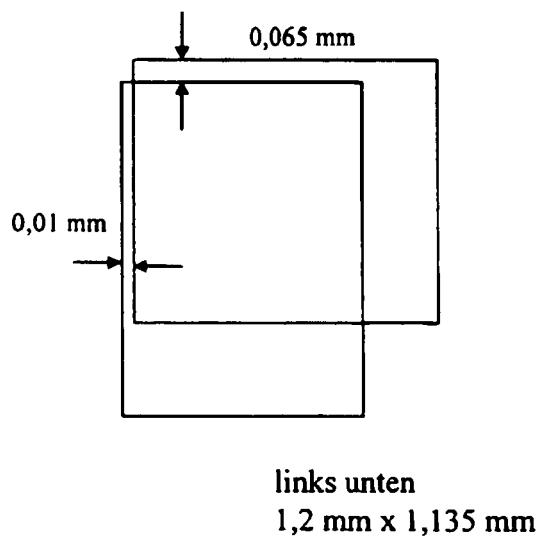
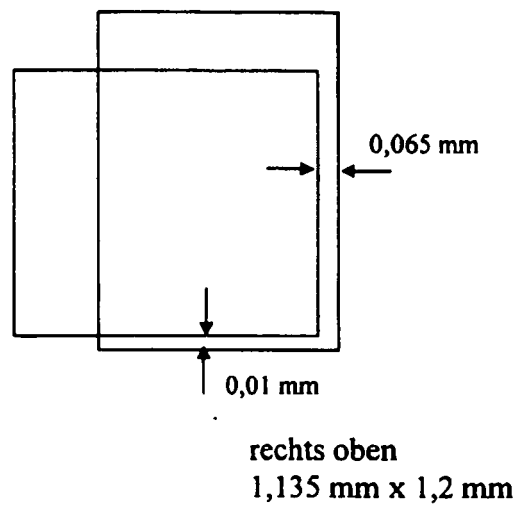


Fig. 31

Fig. 32

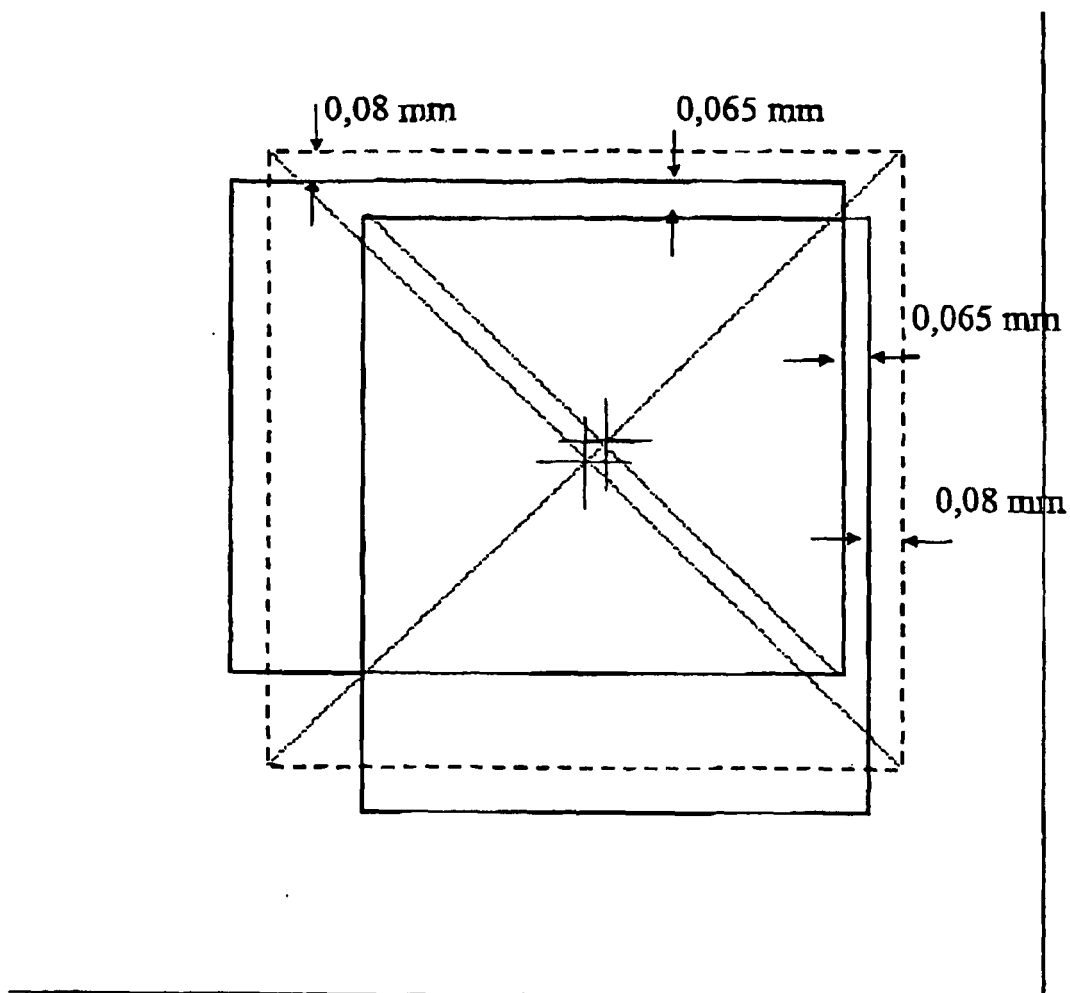


Fig. 33

Fig. 34

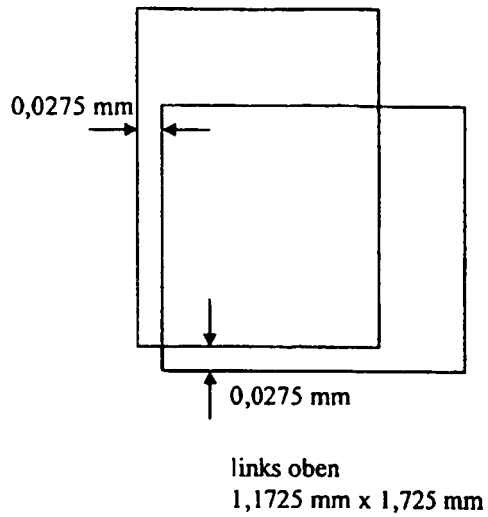


Fig. 35

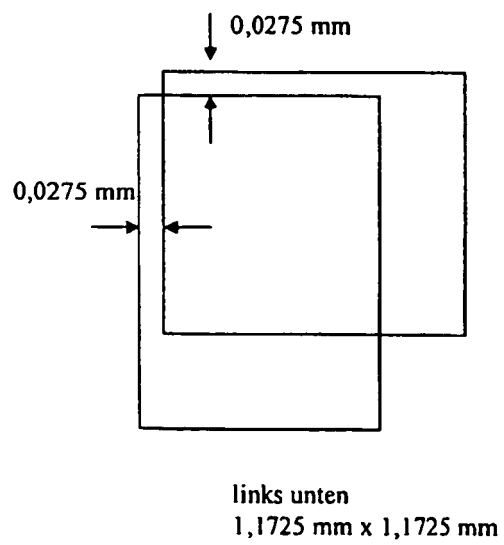
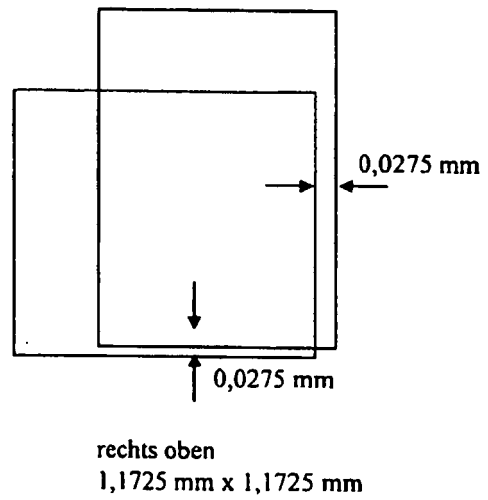


Fig. 36

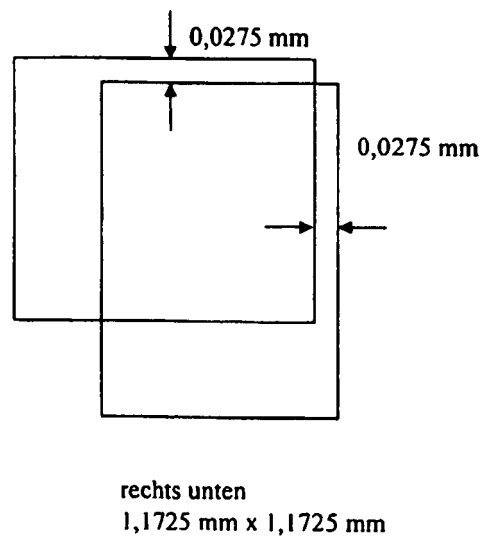


Fig. 37