



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/102821**  
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 006 090.9**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2014/069263**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **09.12.2014**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.07.2015**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **03.11.2016**

(51) Int Cl.: **G05B 19/401 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
 61/921,850 30.12.2013 US  
 14/560,032 04.12.2014 US

(74) Vertreter:  
**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH, 28217 Bremen, DE**

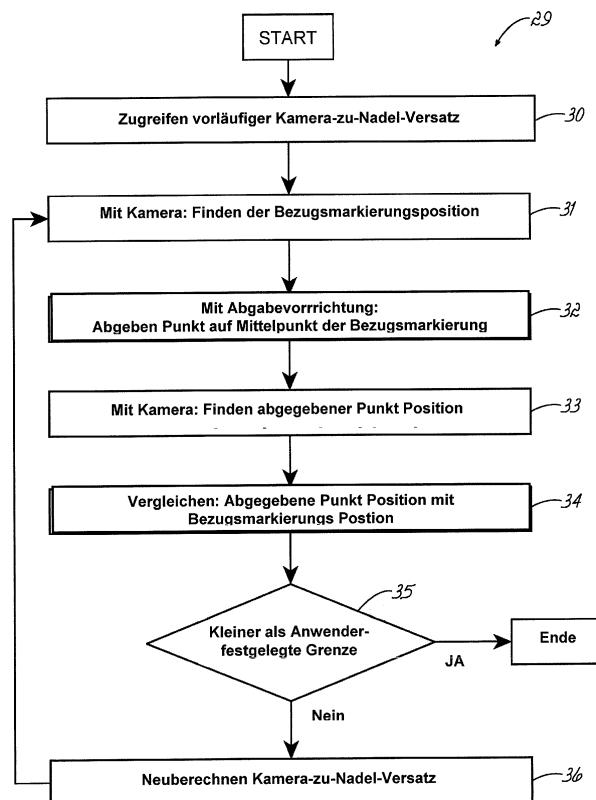
(71) Anmelder:  
**Nordson Corporation, Westlake, Ohio, US**

(72) Erfinder:  
**Crowell, Cutler III, San Marcos, Calif., US; Tayebi, Payman, San Marcos, Calif., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kalibrierungsverfahren für ein viskoses Fluid-Abgabesystem**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Kalibrieren eines Fluid-Abgabesystems (10) umfasst die Schritte des Orten eines externen Referenzpunktes (24) mit einem optischen Sensor, Bewegen einer Fluid-Abgabevorrichtung (12) zu dem externen Referenzpunkt (24), Abgeben von Fluid mit der Fluid-Abgabevorrichtung (12) an den externen Referenzpunkt (24), Lokalisieren des abgegebenen Fluids mit dem optischen Sensor, Berechnen eines Abstandes zwischen der Position des externen Referenzpunktes (24) und der Position des abgegebenen Fluids, Ermitteln eines Korrekturwertes basierend auf zumindest teilweise dem berechneten Abstand und Verwendung des Korrekturwertes, um die Genauigkeit der Platzierung des abgegebenen Fluids zu verbessern.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf ein Verfahren zum Kalibrieren eines viskosen Fluid-Abgabesystems. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Kalibrieren des Platzierens von viskosen Fluiden, welche durch ein viskoses Fluid-Abgabesystem abgegeben werden.

## Hintergrund

**[0002]** Bei der Herstellung von Substraten, wie beispielsweise Leiterplatten („PCB“), ist es häufig notwendig, kleine Mengen von viskosen Fluiden aufzutragen, das heißt solche mit einer Viskosität größer als fünfzig Centipoise. Solche Fluide umfassen beispielsweise für den allgemeinen Zweck Klebstoffe, Lötpasten, Lötfussmittel, Lötmasken, Fett, Öl, Verkapselungsstoffe, Vergussmassen, Epoxide, Druckpasten, Silikone, RTV und Cyanoacrylate.

**[0003]** Während der Herstellung wird eine Leiterplatte häufig zu einer viskosen Fluid-Abgabevorrichtung geliefert, die an einem Portalsystem montiert und damit in drei Bewegungssachsen oberhalb der Leiterplatte bewegbar ist, zum Beispiel in einem Standard X-Y-Z-kartesischen Koordinatensystem. Die sich bewegende Fluid-Abgabevorrichtung arbeitet in Kombination mit einer Kamera, die auch an dem Portalsystem montiert ist und relativ zu der Fluid-Abgabevorrichtung fixiert ist, und ist zum Abgeben eines Punktes des viskosen Fluids an einer gewünschten Position auf der Leiterplatte eingerichtet.

**[0004]** Da die Leiterplatten immer dichter bestückt werden und die darauf montierten Komponenten immer kleiner werden, ist es zunehmend wichtig, dass die Punkte des viskosen Fluids mit einem hohen Grad an Genauigkeit abgegeben werden, welche im Allgemeinen auch als „Genauigkeit des Platzierens“ oder „Lagegenauigkeit“ bezeichnet wird. Ein Verfahren zur Auswertung der Genauigkeit des Platzierens erfolgt durch das Vergleichen der Position, an welcher ein Punkt beabsichtigt war, abgegeben zu werden, mit der Position, an welcher der Punkt tatsächlich abgegeben wurde. Viele Faktoren tragen zu einer schlechten Genauigkeit des Platzierens der abgegebenen Punkte des viskosen Fluids bei, einschließlich einer unzureichenden Kamerakalibrierung, einem Versatz oder einer leichten Verschiebung der physikalischen Komponenten in dem Fluid-Abgabesystem, interne Softwarefehler, und menschliche Fehler im Zusammenhang mit in die Softwareprogramme einzugebenden Daten, welche die Fluid-Abgabevorrichtung oder das Kamerasytem steuern.

**[0005]** Ein kritischer Schritt im Betrieb eines Fluid-Abgabesystems ist das Berechnen eines Kamera-zu-Nadel-Versatzwertes, um die Differenz in den Positionen der Fluid-Abgabevorrichtung und der Kamera und damit im Betrieb relativ zur X-Y-Ebene zu berücksichtigen, entlang derer die Fluid-Abgabevorrichtung und die Kamera bewegt werden. Der „Kamera-zu-Nadel-Versatz“ bezieht sich auf den Abstand zwischen der Mittelpunkt der Fluid-Abgabedüse oder -nadel, aus der das Fluid abgegeben wird, und dem Mittelpunkt des Kamera-Bildsensors, welcher zum Identifizieren der Position, an welcher das Fluid abzugeben ist, verwendet wird. Dieser Kamera-zu-Nadel-Versatzwert wird durch den Computer berücksichtigt, der das Fluid-Abgabesystem betreibt, sodass das Fluid an den richtigen Positionen abgegeben wird, welche durch die Kamera im Hinblick auf den Versatz von der Abgabedüse identifiziert wurden. Zum Beispiel kann eine Fluid-Abgabedüse und ein Kamera-Bildsensor an dem Portalsystem montiert werden, sodass ihre Mittelpunkte durch einen Abstand von fünfzehn Zentimetern voneinander getrennt sind. Diese fünfzehn Zentimeter sind als der Kamera-zu-Nadel-Versatzwert aufgezeichnet, welcher dann durch das Fluid-Abgabesystem berücksichtigt wird, wenn die Positionen berechnet werden, an welchen die Fluidpunkte abgegeben werden, nachdem die Positionen durch die Kamera identifiziert worden sind.

**[0006]** Obwohl eine vorläufige Berechnung des Kamera-zu-Nadel-Versatzes durchgeführt wird, wenn die Fluidabgabevorrichtung installiert wird, ist es oft nicht ausreichend, um Flüssigkeitspunkte zu erhalten, die mit hoher Genauigkeit des Platzierens abzugeben sind. Mit anderen Worten, es ist immer noch ein messbarer Abstand zwischen der Position, an welcher der Punkt beabsichtigt war, abgegeben zu werden, und der Position, an der der Punkt tatsächlich abgegeben wurde. Dies ist zumindest teilweise auf zusätzliche Fehlerquellen zurückzuführen, die nicht durch den vorläufigen Kamera-zu-Nadel-Versatzwert berücksichtigt wurden. Solche zusätzlichen Fehlerquellen können leichte mechanische Verschiebungen von Systemkomponenten nach anfänglichen Bewegungen enthalten, welche den vorläufigen Versatzwert ungenau machen können und/oder leichte Ungenauigkeiten beim Ausführen der Software enthalten, welche das Fluid-Abgabesystem steuern. Aktuelle Kalibrierungsverfahren für Fluid-Abgabesysteme versagen, um Schritte bereitzustellen, welche diese zusätzlichen Fehlerquellen angemessen berücksichtigen, um die Genauigkeit beim Platzieren der Punkte zu optimieren.

**[0007]** Es besteht daher ein Bedarf an einem Kalibrierungsverfahren für ein Fluid-Abgabesystem, das diese Unzulänglichkeiten behebt.

## Zusammenfassung

**[0008]** Ein beispielhaftes Verfahren zum Kalibrieren eines Fluid-Abgabesystems umfasst den Schritt des Lokalisierens eines externen Referenzpunktes mit einem optischen Sensor, Bewegen einer Fluid-Abgabevorrichtung zu dem externen Referenzpunkt, Abgeben von Fluid mit der Fluid-Abgabevorrichtung an dem externen Referenzpunkt, Lokalisieren des abgegebenen Fluids mit dem optischen Sensor, Berechnen eines Abstandes zwischen der Position des externen Referenzpunktes und der Position des abgegebenen Fluids, Bestimmen eines Korrekturwertes basierend zummindest teilweise auf dem berechneten Abstand, und Verwenden des Korrekturwertes, um die Genauigkeit des Platzierens des abgegebenen Fluids zu verbessern.

**[0009]** Verschiedene zusätzliche Merkmale und Vorteile der Erfindung werden für einen Fachmann auf diesem Gebiet der Technik bei Durchsicht der folgenden detaillierten Beschreibung und den veranschaulichten Ausführungsformen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser ersichtlich.

## Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0010]** **Fig. 1** ist eine schematische Ansicht eines computergesteuerten viskosen Fluid-Abgabesystems, umfassend eine Fluid-Abgabevorrichtung und eine Videokamera, welche oberhalb einer Plattform positioniert sind;

**[0011]** **Fig. 2** ist eine Draufsicht auf eine Bezugsmarkierungs-Platte, welche eine Vielzahl von Bezugsmarkierungen darauf hat;

**[0012]** **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm, welches die vereinfachten Schritte einer Kalibrierungsroutine für die Punkteplatzierung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

**[0013]** **Fig. 4** ist ein detailliertes Flussdiagramm ähnlich zu dem der **Fig. 3**, welches aber die detaillierten Schritte der Kalibrierungsroutine für die Punkteplatzierung zeigt;

**[0014]** **Fig. 5A** ist eine Draufsicht ähnlich zu **Fig. 2**, welche aber Details eines Weges zeigt, der von der Kamera zum Lokalisieren der Bezugsmarkierungen zurückgelegt wurde, die an der Bezugsmarkierungs-Platte gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung angeordnet sind;

**[0015]** **Fig. 5B** ist eine Draufsicht ähnlich zu **Fig. 2**, welche aber Details eines Pfades zeigt, welcher durch die Fluid-Abgabevorrichtung zum Abgeben von Startpunkten des viskosen Fluids gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zurückgelegt wird.

**[0016]** **Fig. 5C** ist eine Draufsicht ähnlich zu **Fig. 2**, welche aber Details eines Pfades zeigt, welcher durch die Fluid-Abgabevorrichtung zum Abgeben kalibrierter Punkte des viskosen Fluids auf den Mittelpunkt jeder Bezugsmarkierung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zurückgelegt wird; und

**[0017]** **Fig. 6A–Fig. 6G** sind Ansichten einer grafischen Benutzeroberfläche, welche verschiedene Stadien der Interaktion eines Benutzers mit einer Kalibrierungsroutine für die Punkteplatzierung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

## Ausführliche Beschreibung

**[0018]** Bezug nehmend auf die Figuren ist **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines computergesteuerten viskosen Fluid-Abgabesystems **10** des Typs, der kommerziell von Nordson ASYMTEK aus Carlsbad, Kalifornien erhältlich ist. Das System **10** umfasst eine Fluid-Abgabevorrichtung **12** und eine Videokamera **14**, welche an einem X-Y-Positionierer (nicht dargestellt) befestigt sind, der oberhalb einer Plattform **16** positioniert ist. Die Fluid-Abgabevorrichtung ist an einem Z-Achsen-Antrieb (nicht dargestellt) montiert, der an dem X-Y-Positionierer aufgehängt ist, sodass die Fluid-Abgabevorrichtung **12** vertikal relativ zur darunter angeordneten Plattform **16** zum Abgeben von Punkten eines viskosen Fluids auf ein Substrat umgesetzt werden kann, das auf der Plattform **16** positioniert ist. Der X-Y-Positionierer und der Z-Achsen-Antrieb stellen drei im Wesentlichen senkrechte Bewegungssachsen für die Fluid-Abgabevorrichtung **12** bereit.

**[0019]** Das Fluid-Abgabesystem umfasst einen Computer zum Bereitstellen einer Gesamtsteuerung für das System **10**. Der Computer **11** kann eine speicherprogrammierbare Steuerung („PLC“) oder ein auf einem anderen Mikroprozessor basierter Controller, ein Personalcomputer oder eine andere herkömmliche Steuervorrichtung sein, der oder die in der Lage ist, die Funktionen wie hierin beschrieben auszuführen, wie es für einen Fachmann auf dem Gebiet der Technik verstanden wird. In dieser Hinsicht kann der Computer **11** einen Prozessor, einen Speicher, eine Massenspeicher-Speichervorrichtung, eine Eingabe/Ausgabe-(I/O)-Schnittstelle und eine Mensch-Maschine-Schnittstelle („HMI“) sowie eine Grafik-Anwender-Schnittstelle („GUI“) umfassen. Der Computer **11** kann auch operativ über ein Netzwerk oder die Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle mit einer oder mehreren externen Ressourcen operativ gekoppelt sein. Externe Ressourcen können beispielsweise umfassen, sind aber nicht ausschließlich auf Server, Datenbanken, Massenspeichergeräte, Peripheriegeräte, Cloud-basierte Netzwerkdienste oder irgendwelche anderen geeigneten Computerressourcen beschränkt, die von einem Computer **11** verwendet werden können.

**[0020]** Substrate, wie Leiterplatten (nicht gezeigt), welche Punkte von viskosem Fluid wie beispielsweise Klebstoff, Epoxid, Lötmittel und so weiter haben, die durch die Fluid-Abgabevorrichtung **12** darauf abgegeben werden, werden manuell geladen oder horizontal zu einer Position direkt unterhalb der Fluid-Abgabevorrichtung **12** durch eine automatische Förderseinrichtung (nicht gezeigt) transportiert. Während des Betriebes des Fluid-Abgabesystems **10** identifiziert die Videokamera **14** die Position auf dem Substrat oder einem anderen Ziel auf der Plattform **16**, an dem ein Punkt des viskosen Fluids abgegeben werden soll. Der Computer **11** steuert dann den X-Y-Positionierer, um die Fluid-Abgabevorrichtung **12** in eine Position oberhalb der gewünschten Position über dem Substrat oder dem anderen Ziel zu bewegen und steuert ferner den Z-Achsen-Antrieb, um die Fluid-Abgabevorrichtung in der richtigen Höhe für die Abgabe zu positionieren. Der Computer **11** steuert dann die Fluid-Abgabevorrichtung **12**, um einen Punkt des viskosen Fluids aus einer Düse (nicht abgebildet) der Fluid-Abgabevorrichtung **12** abzugeben. Ein abgegebener Punkt des viskosen Fluids kann ein berechnetes Volumen haben und kann in der Form eines Tropfens des Fluids sein, der jede beliebige Form, wie beispielsweise eine kreisförmige, tränen- oder unregelmäßige Form hat.

**[0021]** Bezug nehmend auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** weist die Plattform **16** eine Kalibrierstation **20** auf, welche dazu eingerichtet ist, um eine externe Zielplatte (Kachel) **22** aufzunehmen, welche als Bezugsmarkierungs-Platte bezeichnet wird, die auf der Plattform **16** entferbar angeordnet werden kann und zum Kalibrieren des Fluid-Abgabesystems **10** verwendet wird. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Bezugsmarkierungs-Platte **22** eben ausgebildet und hat eine im Wesentlichen quadratische Form. Zusätzlich umfasst die Bezugsmarkierungs-Platte **22** mindestens einen, vorzugsweise mindestens acht, externe Referenzpunkte **24**, welche darauf aufgedruckt sind und als „Bezugsmarkierungen“ oder „Ziele“ bezeichnet sind. Die acht Bezugsmarkierungen **24** sind kreisförmig in der Form, gleich groß mit einem Durchmesser von 2 mm und gleichmäßig beabstandet auf der Platte **22** in einem quadratischen oder kastenartigen Muster angeordnet, sodass jede der Seiten des Quadrats oder des kastenartigen Musters drei Justiermarken **24** umfasst, welche in gleichmäßigen Abständen positioniert sind. In einer Ausführungsform, wie gezeigt, kann die Ziel-Platte **22** zusätzlich eine zentral angeordnete Bezugsmarkierung **24c** umfassen, sodass die Platte **22** insgesamt neun Bezugsmarkierungen umfasst, welche in einem 3 x 3-Gittermuster angeordnet sind. Die zentrale Bezugsmarkierung **24c** kann als Alternative zu einer der äußeren Bezugsmarkierungen **24** während der Ersteinrichtung der Kalibrierungsroutine **29**, wie unten beschrieben, verwendet werden und ist nicht notwendig für das tatsächliche Ausführen der Kalibrierungsroute-

ne **29**. Der Fachmann auf diesem Gebiet der Technik kann das hierin beschriebene Kalibrierungsverfahren an die Bezugsmarkierungs-Platten und die Bezugsmarkierungen in beliebiger Form, Größe, Anzahl und Beabstandung wie gewünscht anpassen.

**[0022]** **Fig. 3** bildet eine vereinfachte Version einer automatisierten Kalibrierungsroutine für die Punktplatzierung **29**, welche zur Kalibrierung des Platzierens von Punkten verwendet wird, welche durch ein viskoses Fluid-Abgabesystem **10** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung abgegeben wird. In dieser Kalibrierungsroutine **29** für die Punktplatzierung greift der Computer **11** auf einen ersten bei **30** gespeicherten vorläufigen Kamera-zu-Nadel-Versatzwert zurück. Wie oben erläutert, ist der Kamera-zu-Nadel-Versatz eine Zwei-Elemente-Anordnung, welche den Abstand in einem X-Y-Koordinatensystem zwischen dem Mittelpunkt der Düse der Fluid-Abgabevorrichtung **12** und dem Mittelpunkt des Bildsensors (nicht abgebildet) der Videokamera **14** repräsentiert. Die Fluid-Abgabevorrichtung **12** und die Videokamera **14** sind jeweils an dem X-Y-Positionierer so montiert, dass idealerweise ein bekannter Abstand zwischen diesen zueinander in der X-Y-Ebene gewahrt ist. Zum Beispiel können in einem Ausführungsbeispiel die Fluid-Abgabevorrichtung **12** und die Kamera **14** relativ zueinander in der X-Y-Ebene fixiert sein. In einer anderen Ausführungsform kann die Fluid-Abgabevorrichtung **12** relativ bewegbar zu der Kamera **14** in der X-Y-Ebene sein, sodass der Abstand zwischen der Abgabevorrichtung **12** und dem Bildsensor der Kamera **14** vorsätzlich, messbar und wiederholbar ist. Der Kamera-zu-Nadel-Versatzwert, das heißt die X-Y-Abstände zwischen der Fluid-Abgabevorrichtung **12** und dem Bildsensor der Videokamera **14** müssen vom Computer **11** berücksichtigt werden, sodass die Abgabevorrichtung **12** dann genau an den Positionen Fluid abgibt, welche durch die Kamera **14** identifiziert wurden. Der vorläufige Kamera-zu-Nadel-Versatzwert, der innerhalb des Computers **11** gespeichert werden kann, kann zum Beispiel ein Kamera-zu-Nadel-Versatzwert aus einem vorherigen Kalibrierzyklus sein, oder es kann ein Wert sein, der durch einen Anwender nach Durchführung einer korrekten Messung an den Computer **11** übergeben wird. Die Messungen für den vorläufigen Versatzwert können zum Beispiel durch ein den Computer unterstützendes Softwaredesign („CAD“) vorgenommen werden.

**[0023]** Als nächstes befiehlt der Computer bei **31** der Kamera, sich zu bewegen und jede Bezugsmarkierung **24** auf der Bezugsmarkierungs-Platte (Kachel) **22** zu lokalisieren. Für die Schritte **31** bis **33** und wie im Folgenden näher unter Bezugnahme auf die ausführliche Routine **39** in **Fig. 4** erläutert, nähern sich beide, die Kamera **14** und die Fluid-Abgabevorrichtung **12**, jeder Bezugsmarkierung von verschiedenen Richtungen in der X-Y-Ebene an, sodass Feh-

ler berücksichtigt werden können, die mit jeder der acht verschiedenen Richtungen des Annäherns verbunden sind. Bei **32** befiehlt der Computer **11** der Fluid-Abgabevorrichtung **12**, sich zum Mittelpunkt jeder der acht äußeren Justiermarken **24** zu bewegen und einen Punkt des viskosen Fluids darauf abzugeben. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Mittelpunkt“ auf das geometrische Zentrum in der X-Y-Ebene, bekannt als Flächenschwerpunkt des referenzierten Objektes. Zum Beispiel haben eine Bezugsmarkierung **24**, ein darauf abgegebener Punkt, die Düse der Fluid-Abgabevorrichtung und die Linse der Kamera **14** jeweils einen geometrischen Mittelpunkt (Schwerpunkt) in der X-Y-Ebene, welche für die Berechnung der X-Y-Abstände zwischen zwei beliebigen der Objekte verwendet werden. Der Schwerpunkt einer geometrischen Form ist leicht zu bestimmen, und für einen abgegebenen Punkt mit einer unregelmäßigen, nicht geometrischen Form kann dessen Schwerpunkt durch einen Fachmann auf dem Gebiet der Technik berechnet werden.

**[0024]** Bei **33** befiehlt der Computer **11** dann der Kamera, jeden der acht Punkte, welche auf der Bezugsmarkierungs-Platte **22** abgegeben sind, zu orten.

**[0025]** Bei **34** vergleicht der Computer **11** die Position der einzelnen Bezugsmarkierungen **24** mit der Position, an welcher die korrespondierenden Punkte des Fluids tatsächlich abgegeben wurden. Insbesondere für jede Justiermarke ermittelt der Computer **11** die Abstände zwischen den X-Y-Koordinaten des Mittelpunktes der Bezugsmarkierung **24** und den X-Y-Koordinaten des Mittelpunktes eines jeweils korrespondierenden abgegebenen Punktes. Der Computer **11** ermittelt dann den Mittelwert dieser acht Werte und speichert den gemittelten Wert ab, der als sogenannter „Punkt-Versatz-Fehlerwert“ bezeichnet wird.

**[0026]** Bei **35** vergleicht der Computer **11** dann den Punkt-Versatz-Fehlerwert mit einem Grenzwert, der gelehrt wird oder auf andere Weise dem Computer **11** bekannt ist. Wenn der Punkt-Versatz-Fehlerwert kleiner ist als der Grenzwert, dann wird das Fluid-Abgabesystem als im Betrieb mit einer ausreichenden Genauigkeit in der Punktplatzierung erachtet, sodass es ausreichend kalibriert ist, und die Kalibrieroutine endet. Wenn der Punkt-Versatz-Fehlerwert nicht kleiner ist als der Grenzwert, erkennt der Computer **11**, dass das System nicht mit einer ausreichenden Genauigkeit in der Punktplatzierung arbeitet. Somit ist die Kalibrierungsroutine **29** nicht beendet. Stattdessen berechnet der Computer **11** bei **36** neu oder passt auf andere Weise den Kamera-zu-Nadel-Versatzwert für eine Berücksichtigung zusätzlicher Fehler innerhalb des Systems an. Der Computer **11** wiederholt dann das oben beschriebene Verfahren, welches bei **31** startet, um die Genauigkeit der Punktplatzierung zu verbessern. Die Kamera-zu-Nadel-Versatzanpassung ist im Folgenden unter Bezugnahme auf **Fig. 4**

näher beschrieben. Entsprechend ist das hierin beschriebene Verfahren ein iterativer Prozess, bei dem der Computer **11** die Schritte **31** bis **36** wiederholt, bis der Punktplatzierungs-Fehlerwert kleiner als der Grenzwert ist, sodass sich die Genauigkeit der Punktplatzierung ausreichend verbessert hat.

**[0027]** Bezug nehmend auf **Fig. 4** ist die automatisierte Punktplatzierungs-Kalibrierungsroutine **29** aus **Fig. 3** mit zusätzlichen Details als Routine **39** gezeigt. Bei **40** legt der Rechner **11** eine erste vorläufige Kamera-zu-Nadel-Versatz Anordnung C2N fest, wie oben mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben. Bei **41** weist der Computer **11** einen Anwender an, die Positionen der oberen linken Bezugsmarkierung **24a** und der unteren rechten Bezugsmarkierung **24b** zu suchen und dann diese Positionen dem Computer **11** zu lehren. Der Computer **11** ist programmiert, um zu verstehen, dass die Bezugsmarkierungs-Platte **22** acht kreisförmige, äußere Bezugsmarkierungen **24** umfasst, welche in einem quadratischen Muster gleichmäßig beabstandet sind. Somit kann der Computer **11**, basierend auf den gelehnten Positionen der zwei Referenz-Bezugsmarkierungen **24a**, **24b**, dann die antizipierten Positionen der verbleibenden Bezugsmarkierungen **24** bestimmen. Der Fachmann auf dem Gebiet der Technik wird erkennen, dass der Computer **11** programmiert werden kann, um auch alternative Muster und Mengen von Bezugsmarkierungen zu verstehen.

**[0028]** Bei **42** befiehlt der Computer **11** der Kamera **14**, alle acht Bezugsmarkierungen **24** basierend auf ihren erwarteten Positionen zu lokalisieren. Die Kamera **14** nähert sich der erwarteten Position jeder Bezugsmarkierung **24** aus einer anderen Richtung, wie oben beschrieben, an. Insbesondere nähert sich die Kamera **14**, wie durch das Ausführungsbeispiel in **Fig. 5a** gezeigt, aus jeder der vier Himmelsrichtungen und ihren vier Kombinationen an. Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff „Himmelsrichtungen“ auf die Nord-, Ost-, Süd- und Westrichtung, wenn in einer X-Y-Ebene, wie jeweils in **Fig. 5a** mit N, E, S und W bezeichnet. Ihre Kombinationen sind Nordosten, Südosten, Südwesten und Nordwesten, wie jeweils in **Fig. 5a** mit NE, SE, SW und NW bezeichnet. Bezogen auf eine Bezugsmarkierung **24**, welche auf der Bezugsmarkierungs-Platte **22** in einer X-Y-Ebene positioniert ist, entspricht Norden einem oberen Rand **22a** der Bezugsmarkierungs-Platte **22**, Osten entspricht einem rechten Rand **22b**, Süden entspricht einem unteren Rand **22c**, und Westen entspricht einem linken Rand **22d**.

**[0029]** Wie in **Fig. 5a** gezeigt, startet die Kamera an einer Position in der Nähe des Mittelpunkts der Bezugsmarkierungs-Platte **22** und nähert sich einer Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Südwesten, einer zweiten Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Osten, einer dritten Bezugsmarkierung **24** aus Richtung

Südosten, einer vierten Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Norden, einer fünften Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Nordosten, einer sechsten Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Westen, einer siebten Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Nordwesten und einer achten Bezugsmarkierung **24** aus Richtung Süden an. Da die Kamera jede Bezugsmarkierung **24** lokalisiert, wird ein Encoder (nicht gezeigt) verwendet, um die X-Y-Koordinaten des Mittelpunkts der Bezugsmarkierung **24** zu vermerken. Die X-Y-Koordinaten von allen acht Bezugsmarkierungen **24** werden dann durch den Computer **11** in einer „Substrat-Bezugsmarkierung-Lokalisierungs“-Anordnung  $V_{sf}$  gespeichert. Der Fachmann auf diesem Gebiet der Technik kann die hierin offenbarten Kalibrierverfahren anpassen, sodass die Richtungen des Annäherns jede gewünschte Richtung und Kombinationen davon umfassen und sodass die Richtungen des Annäherns für jede gewünschte Anzahl von Bezugsmarkierungen berücksichtigt werden.

**[0030]** Wie in **Fig. 5A** gezeigt, definiert der resultierende Pfad, der von der Kamera durchquert wird, eine gekrümmte Form mit vier bogenförmigen Schenkeln **L**, gleichmäßig beabstandet in im Wesentlichen neunzig Grad-Schritten um die Mitte der Bezugsmarkierungs-Platte **22**. Die Annäherung an die acht Bezugsmarkierungen **24** aus jeder der Himmelsrichtungen und deren Kombinationen ist vorteilhaft, da das Fluid-Abgabesystem **10** eine andere Fehlergröße ausstellt, aufgrund einer Bewegung in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung, der als „Richtungsfehler“ bezeichnet wird. Der Einfluss des Richtungsfehlers an der Ortung der Bezugsmarkierungen **24** oder der abgegebenen Punkte ist somit durch das Annähern der Bezugsmarkierungen **24** und den abgegebenen Punkten aus einer Vielzahl von möglichen Bewegungsrichtungen der Fluid-Abgabevorrichtung **12** und der Videokamera **14** in der X-Y-Ebene minimiert.

**[0031]** Bei **43** befiehlt der Computer **11** der Fluid-Abgabevorrichtung **12** eine Serie von Starterpunkten **26** von Fluid auf die Bezugsmarkierungs-Platte **22** abzugeben, wobei die Starterpunkte **26** von einer Größe, Form, Anzahl und Muster sind, welche durch einen Anwender definiert werden. In der gezeigten Ausführungsform ist mindestens einer und vorzugsweise vier Starterpunkte **26** mit gleichbleibendem Abstand abgegeben, um ein quadratisch geformtes Muster in der Nähe des Mittelpunktes der Bezugsmarkierungs-Platte **22** zu bilden, sodass die Starterpunkte **26** nicht eine der Bezugsmarkierungen **24** überlappen, wie in **Fig. 5B** abgebildet. Wenn die vier Starterpunkte **26** abgegeben werden, nähert sich die Fluid-Abgabevorrichtung **12** der Position für den ersten und den zweiten Starterpunkt **26** aus Richtung Nordwesten, und dann nähert sich diese den Positionen für den dritten und vierten Starterpunkt **26** aus Richtung Südwesten an, um so einen Pfad zurückzulegen, der eine gekrümmte Form mit einem einzigen gebogenen

Schenkel **L** definiert. Das Abgeben einer Serie von Starterpunkten **26** ermöglicht der Fluid-Abgabevorrichtung **12**, sich „aufzuspulen“ oder „aufzuwärmen“, sodass die Fluid-Abgabevorrichtung **12** in der Lage für eine genaue Abgabe ist und präzise Flüssigkeitsvolumina für die Punkte danach abzugeben.

**[0032]** Bei **44** befiehlt der Computer **11** der Fluid-Abgabevorrichtung **12**, einen Kalibrierungspunkt **28** des viskosen Fluids im Mittelpunkt von jedem der acht Bezugsmarkierungen **24** abzugeben. Wie in **Fig. 5C** gezeigt, legt die Fluid-Abgabevorrichtung **12** denselben Pfad zurück, wie dieser zuvor von der Kamera **14** durchlaufen, als diese jeden der acht Bezugsmarkierungen lokalisiert hat, wie oben beschrieben. Da die Fluid-Abgabevorrichtung **12** jeden Kalibrierungspunkt **28** abgibt, wird der Encoder verwendet, um die X-Y-Koordinaten von jeder Position zu vermerken, an die die Fluid-Abgabevorrichtung **12** zum Abgeben des Kalibrierungspunktes **28** bewegt wurde. Die X-Y-Koordinaten der Abgabepositionen für alle acht abgegebenen Kalibrierungspunkt **28** sind dann durch den Computer **11** in einer „Bewegen zu-wenn-Abgeben“-Anordnung  $V_{mt}$  gespeichert.

**[0033]** Bei **45** befiehlt der Computer **11** dann der Kamera **14**, jeden der acht abgegebenen Kalibrierungspunkte **28** zu lokalisieren. Wie in **Fig. 5C** gezeigt, legt die Kamera denselben Pfad wie den zuvor von der Fluid-Abgabevorrichtung **12** bei **44**, und durch die Kamera **14** bei **42** zurückgelegt, zurück. Da die Kamera **14** jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt **28** ortet, wird der Encoder verwendet, um die X-Y-Koordinaten des Mittelpunktes des Kalibrierungspunktes **28** zu vermerken. Die X-Y-Koordinaten für jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt sind dann durch den Computer **11** in einer „Kalibrierungspunkt gefunden“-Anordnung  $V_{cd}$  gespeichert.

**[0034]** Bei **46** ermittelt der Computer **11** einen „Punkt-Versatz-Fehler“ durch Vergleichen für jeden der abgegebenen Kalibrierungspunkte **28** der Position des Mittelpunktes des abgegebenen Kalibrierungspunktes **28** zur Position des Mittelpunktes seiner korrespondierenden Bezugsmarkierung **24**. Im Einzelnen berechnet und speichert der Computer **11** eine Punkt-Versatz-Fehler-Anordnung  $V_{doe}$  durch Aufnehmen der Differenz zwischen der Substrat-Bezugsmarkierung-Lokalisierungs-Anordnung  $V_{sf}$  und der Kalibrierungspunkt gefunden-Anordnung  $V_{cd}$ , gekennzeichnet durch:

$$V_{doe} = V_{sf} - V_{cd}$$

**[0035]** Bei **47** berechnet und speichert der Computer **11** eine „Punkt-Versatz-Größe“-Anordnung  $V_{dom}$  durch Berechnen der Größe der Punkt-Versatz-Fehler-Anordnung  $V_{doe}$ , gekennzeichnet durch:

$$V_{dom} = \sqrt{V_{doe}[x]^2 + V_{doe}[y]^2}$$

**[0036]** Bei **48** ermittelt der Computer **11** eine „Punkt-Versatz-Richtung“-Anordnung  $V_{\text{dod}}$  durch Auffinden, für jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt **28**, der Richtung, in welcher sein Mittelpunkt relativ zum Mittelpunkt seiner korrespondierenden Bezugsmarkierung **24** versetzt ist.

**[0037]** Bei **49** ermittelt der Computer **11** einen „Durchschnitts-Punkt-Versatz-Größe“-Wert durch Berechnen des Durchschnittes der individuellen Werte, welche innerhalb des Punkt-Versatz-Größe-Anordnung  $V_{\text{dom}}$  gespeichert sind. Der Computer **11** ermittelt dann, ob dieser durchschnittliche Punkt-Versatz-Größe-Wert kleiner ist als ein akzeptabler Schwellenwert oder Grenzwert, der dem Computer **11** gelehrt oder auf andere Weise dem Computer **11** bekannt ist. Der akzeptable Grenzwert kann durch einen Anwender definiert und an den Computer **11** kommuniziert werden. Wie obenstehend mit Bezug auf **Fig. 3** diskutiert, ist die Kalibrierungsroutine **39**, wenn der durchschnittliche Punkt-Versatz-Fehlerwert kleiner ist als der akzeptable Grenzwert, dann beendet. Falls der durchschnittliche Punkt-Versatz-Fehlerwert nicht kleiner ist als der akzeptable Grenzwert, wiederholt sich dann die Routine **39** mit Schritten, welche auf das neue Berechnen oder das Einstellen des Kamera-zu-Nadel-Versatzwertes gerichtet sind, um Fehlerquellen zu adressieren, die nicht durch den vorläufigen Kamera-zu-Nadel-Versatzwert berücksichtigt wurden und letztlich die Genauigkeit der Punktplatzierung zu verbessern.

**[0038]** Im Falle des Letzteren ermittelt der Computer **11** bei **50** einen lokalen Kamera-zu-Nadel-Versatzwert für jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt **28** durch Vergleichen der Position, in welcher die Fluid-Abgabevorrichtung **12** zum Abgeben des Kalibrierungspunktes **28** bewegt wurde, zu der Position, an welcher der abgegebene Punkt **28** tatsächlich durch die Kamera **14** aufgefunden wurde. Genauer gesagt berechnet und speichert der Computer **11** eine „lokale Kamera-zu-Nadel-Versatz“-Anordnung  $V_{\text{lo}}$  durch Berechnen der Differenz zwischen der Bewegen zu-wenn-Abgeben-Anordnung  $V_{\text{mt}}$  und der Kalibrierungspunkt-Bezugsmarkierung gefunden-Anordnung  $V_{\text{cd}}$ , gekennzeichnet durch:

$$V_{\text{lo}} = V_{\text{mt}} - V_{\text{cd}}$$

**[0039]** Bei **51** ermittelt der Computer **11** einen „Befohlen vs Ist“-Fehlerwert für jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt **28** durch Vergleichen, für jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt, der Position, zu welcher der Fluid-Abgabevorrichtung **12** befohlen wurde, sich zum Abgeben des Kalibrierungspunktes **28** zu bewegen, zu der Position, zu welcher sich die Fluid-Abgabevorrichtung **12** tatsächlich zum Abgeben des Kalibrierungspunktes **28** bewegt hat.

**[0040]** Genauer gesagt berechnet und speichert der Computer **11** eine „Befohlen vs Ist-Fehler“-Anordnung  $V_{\text{ca}}$  durch Berechnen der Differenz zwischen der Bewegen zu-wenn-Abgeben-Anordnung  $V_{\text{mt}}$ , der Substrat-Bezugsmarkierung-Lokalisierungs-Anordnung  $V_{\text{sf}}$  und der vorläufigen Kamera-zu-Nadel-Versatz-Anordnung **C2N**, gekennzeichnet durch:

$$V_{\text{ca}} = V_{\text{mt}} - V_{\text{sf}} - \text{C2N}$$

**[0041]** Bei **52** berechnet der Computer **11** einen neuen Kamera-zu-Nadel-Versatzwert, indem zuerst für jeden abgegebenen Kalibrierungspunkt **28** ein angepasster Kamera-zu-Nadel-Versatzwert berechnet wird, der für beide den lokalen Kamera-zu-Nadel-Versatzwert und den Befohlen vs Ist-Fehlerwert berücksichtigt, der mit einem gegebenen abgegebenen Kalibrierungspunkt **28** assoziiert wird. Insbesondere berechnet und speichert der Computer **11** eine „angepasste Kamera-zu-Nadel-Versatz“-Anordnung  $V_{\text{c2n}}$  durch Berechnen der Summe der lokalen Kamera-zu-Nadel-Versatz-Anordnung  $V_{\text{lo}}$  und der Befohlen vs Ist-Fehler-Anordnung  $V_{\text{ca}}$ , gekennzeichnet durch:

$$V_{\text{c2n}} = V_{\text{lo}} + V_{\text{ca}}$$

**[0042]** Der Computer **11** berechnet dann die neue Kamera-zu-Nadel-Versatz-Anordnung **C2N** durch Berechnen eines Durchschnitts der individuellen Werte, welche innerhalb der angepassten Kamera-zu-Nadel-Versatz-Anordnung  $V_{\text{c2n}}$  gespeichert werden, gekennzeichnet durch:

$$\text{C2N} = \text{Durchschnitt} (V_{\text{c2n}}[i])$$

**[0043]** Der neue, angepasste Kamera-zu-Nadel-Versatz berücksichtigt dann Fehlerquellen in dem Fluid-Abgabesystem **10**, welche durch den vorläufigen Kamera-zu-Nadel-Versatz nicht berücksichtigt wurden. Entsprechend kann dieser neue Kamera-zu-Nadel-Versatz auf das System **10** angewendet werden, um Punkt-Versatz-Fehler zu verringern und dadurch die Genauigkeit der Punktplatzierung während eines nachfolgenden Zyklus der Punktabgabe zu verbessern.

**[0044]** Bei **53** fordert der Computer **11** einen Anwender auf, die Bezugsmarkierungs-Platte **22** zu reinigen, so dass eine zusätzliche Iteration der Kalibrierungsroutine **39** ausgeführt werden kann.

**[0045]** Bei **54** ermittelt der Computer **11**, ob die Kalibrierungsroutine **39** eine Anzahl von Iterationen ausgeführt hat, die einen benutzerdefinierten Austrittswert überschritten hat. Wenn die Anzahl der ausgeführten Iterationen den Austrittswert nicht überschreitet, wird eine zusätzliche Iteration der Routine **39** beginnend bei **42** durchgeführt. Wenn die Anzahl der durchgeführten Iterationen den Austrittswert überschreitet, geht der Computer **11** über zu **55**, an

welchem der Computer **11** den Benutzer auffordert anzugeben, ob weitere Iterationen der Routine **39** gewünscht sind. Falls zusätzliche Iterationen nicht gewünscht sind, wird die Kalibrierungsroutine **39** beendet, und keine weiteren Iterationen werden ausgeführt. Sollte eine zusätzliche Iteration gewünscht sein, so kehrt der Computer **11** zu **42** für eine weitere Iteration der Routine **39** zurück.

**[0046]** Bezug nehmend auf die **Fig. 6A** bis **Fig. 6G** umfasst eine Ausführungsform der Punktplatzierungs-Kalibrierung, wie zum Beispiel als Routine **39**, eine grafische Benutzeroberfläche („GUI“) **59**, mittels welcher ein Anwender mit der Routine **39** interagieren kann. Die GUI **59** hat einen Bildsucher **60**, auf dem der Computer **11** die Bezugsmarkierungen **24** und die abgegebenen Punkte **28** abbildet, welche von der Kamera **14** identifiziert werden. **Fig. 6A–Fig. 6G** zeigen eine Reihe von Bildschirmaufnahmen, die vom Computer **11** aufgenommen wurden, welcher beispielsweise ein Personalcomputer sein kann, wobei die Bildschirmaufnahmen verschiedene Stufen der Benutzerinteraktion mit dem GUI **59** veranschaulichen.

**[0047]** Ein Anwender initiiert die Kalibrierungsroutine **39** durch zum Beispiel die Auswahl im RUN > SETUP-Bildschirm des Computers **11**. Das GUI **59** ist dann auf dem Computer **11** gezeigt, und der Anwender wird zuerst zu einem Tab „Haupt“ **61** geleitet. Der Anwender bewegt dann die Kamera **14** zu einer gewünschten Position in der X-Y-Ebene, an der das Fluid-Abgabesystem **10**, in der Z-Richtung, eine Höhe der Fluid-Abgabevorrichtung **12**-Düse relativ zu der Bezugsmarkierungs-Platte **22** messen wird, bevor ein Punkt **28** darauf abgegeben wird. Diese X-Y-Position wird auch als „Höhen-Sensierungs-Position“ bezeichnet und wird durch den Computer **11** berücksichtigt, wenn der Fluid-Abgabevorrichtung **12** befohlen wird, sich in Richtung einer unteren Position entlang der Z-Achse zum Abgeben eines Punktes **28** auf der Bezugsmarkierungs-Platte **22** zu bewegen. Diese Höhe kann unter Verwendung jeden geeigneten Gerätes (nicht gezeigt) gemessen werden, wie zum Beispiel mittels eines Lasers oder einer mechanischen Messvorrichtung. Wie in **Fig. 6A** veranschaulicht, wählt der Anwender dann „Lehre HS-Position“ **62**, um die Höhen-Sensierungs-Position an den Computer **11** zu lehren, der die Kalibrierungsroutine **39** abarbeitet. Der Anwender wählt dann „Für Bezugsmarkierungen“ **64**, um die Parameter einzustellen, welche von der Routine **39** verwendet werden, um die Bezugsmarkierungen **24** zu finden.

**[0048]** Bezug nehmend auf **Fig. 6B** wählt der Anwender dann einen Tab „Status“ **66** und definiert einen „Maximal-annehmbaren-Fehler“ **68**, der den maximalen Punkt-Versatz-Fehler festlegt, der durch die Routine **39** als Erfolgskriterium verwendet wird.

**[0049]** Bezug nehmend auf **Fig. 6C** wählt der Benutzer dann einen Tab „Punkt-Sucher“ **70** und definiert ein Suchfenster **72**, eine Kameraeinstellzeit **74** und einen Akzeptanz-Grenzwert **76** für die Bezugsmarkierungen **24**. Die Punktfarbe **78** hat keinen Einfluss auf das Ergebnis der Routine **39**.

**[0050]** Bezug nehmend auf **Fig. 6D** wählt der Anwender dann einen Tab „Parameter“ **80**, um die Parameter **82–96** einzustellen, die verwendet werden, um die Bezugsmarkierungen **24** zu lokalisieren. Ein Dunkel-/Hell-Grenzwert **82** definiert die Graustufen entsprechend den Kanten eines Kreises, wie beispielsweise einer Bezugsmarkierung **24** oder eines abgegebenen Punkts **28**, die von der Kamera **14** identifiziert werden. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht ein Dunkel-/Hell-Grenzwert **82** mit einem Wert von Null der Farbe Schwarz und entspricht mit einem Wert von **255** der Farbe Weiß. Wenn entsprechend eine Bezugsmarkierung **24** von der Kamera **14** als ein weißer Kreis identifiziert wurde, sollte ein Wert von etwa **200** eingegeben werden. Wenn die Bezugsmarkierung **24** als schwarzer Kreis identifiziert wird, sollte dann ein Wert von etwa **80** eingegeben werden. Beschränken Min.-Durchmesser **84** und Beschränken Max.-Durchmesser **86** begrenzen die minimalen und maximalen Durchmesser eines Kreises, welcher durch die Kamera **14** identifizierbar ist, welche durch die Routine **39** betrieben wird. Diese Parameter werden verwendet, um „schlechte“ Kreise herauszufiltern, wenn mehrere Kreise durch die Kamera **14** identifiziert und innerhalb des Bildsuchers **60** angezeigt werden. Die Werte, welche für diese Parameter **84**, **86** eingegeben werden, steuern die Breite eines äußeren Kastens **87** und eines inneren Kastens **88**, der durch den Computer **11** innerhalb des Bildsuchers **60** gezogen wird. Auf diese Weise korrespondiert die Breite des äußeren Kastens **87** mit dem Wert, der für Beschränken Max.-Durchmesser **86** eingegeben wurde, und korrespondiert die Breite des inneren Kastens **88** mit dem Wert, der für Beschränken Min.-Durchmesser **84** eingegeben wurde. Die Einheiten, die mit den für diese Parameter **84**, **86** eingegebenen Werten verknüpft sind, sind Pixel.

**[0051]** Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 6D** korrespondiert die Rundheit **89** mit der erwarteten Rundheit eines Kreises, beispielsweise einer Bezugsmarkierung **24** oder eines Kalibrierungspunktes **28**, welche von der Kamera **14** identifiziert werden. Zum Beispiel entspricht ein perfekter Kreis einem Rundheitswert **88** von 100 %, und ein amorpher Klecks entspricht einem Rundheitswert **88** von 0 %. Wenn der Anwender erwartet, dass gute, runde Kreise durchweg identifiziert werden, sollte ein Wert von ungefähr 90 % eingegeben werden. Umfangspunkte **90** entspricht der Angabe, wie viel von einem identifizierten Kreis, wie beispielsweise einer Bezugsmarkierung **24** oder einem abgegebenen Punkt **28**, sichtbar sein werden. Zum Beispiel entspricht ein Vollkreis

einem Wert von 100 %, und ein Halbkreis entspricht einem Wert von 50 %. Wenn der Anwender davon ausgeht, dass durchweg volle Kreise identifiziert werden, sollte ein Wert von ungefähr 90 % eingegeben werden.

**[0052]** Noch weiter Bezug nehmend auf **Fig. 6D** Fehlschlagen falls mehrere Punkte gefunden **92**, Suchen-Punkt-Nahe Mittelpunkt **94** und Suchen größten Punkt **96** definieren jeweils Aktionen, welche von dem Computer **11** ergriffen werden, der die Routine **39** ausführt, im Falle, dass mehrere identifizierte Kreise die Beschränken Min.-Durchmesser **84**, die Beschränken Max.-Durchmesser **86**, Rundheit **89** und Umfangspunkte **90** Parameter erfüllen. Fehlschlagen falls mehrere Punkte gefunden **92** resultieren in dem Computer, welche sich verhalten, als wenn kein Bezugspunkt **24** jemals gefunden wurde. Finden Punkt Nahe Mittelpunkt **94** und Finden des größten Punkts **96** resultieren jeweils in dem Computer, der wie beschrieben ohne Aufforderung an den Anwender fortfährt.

**[0053]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 6E** wird von dem Anwender dann ein Tab „Test“ **98** ausgewählt, während eine Bezugsmarkierung **24** im Bildsucher **60** angezeigt wird, um zu bestimmen, ob die Routine **39** in der Lage ist, die Bezugsmarkierung **24** korrekt zu identifizieren. Eine Schaltfläche „Test“ **100** ist vorzugsweise mehrere Male für die gleiche Bezugsmarkierung **24** und zusätzlich für mindestens eine weitere Bezugsmarkierung **24** ausgewählt, um mehrere Läufe zu simulieren. Sofern das Auswählen der Schaltfläche „Test“ **100** fehlerhafte Kreise hervorhebt, sollte der Anwender dann wieder auf den vorherigen Tabs **66**, **70** und **80** die richtigen Parameter einstellen und dann wieder zum Tab „Test“ **98** zurückkehren, um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten. Sobald die Tests zufriedenstellend sind, wählt der Anwender „Speichern Lichtpegel“ **101** zum Speichern der Einstellungen, welche zum Identifizieren der Bezugsmarkierungen **24** verwendet werden.

**[0054]** Unter Bezugnahme zurück auf **Fig. 6A**, wählt der Anwender dann „Für Punkte“ **110**, um das Einstellen der Parameter zu beginnen, die verwendet werden, um die abgegebenen Punkte **28** während der Routine **39** zu identifizieren. Der Anwender positioniert dann den Mittelpunkt von einer Bezugsmarkierung innerhalb des Bildsuchers **60** und wählt „Abgeben Punkt an aktueller Position“ **112**. Dies befiehlt der Fluid-Abgabevorrichtung **12**, einen einzelnen Punkt **28** abzugeben, der dann verwendet wird, um die Punkt-Sucher **70** Parameter einzustellen. Der Anwender wiederholt dann die Schritte wie oben beschrieben unter Verwendung des abgegebenen Punktes **28** anstelle einer Bezugsmarkierung **24** als Ziel. Sobald die abgegebenen Punkteinstellungen festgelegt und gespeichert sind, wählt der Anwender dann die Schaltfläche „Vor“ **114**.

**[0055]** Bezug nehmend auf **Fig. 6F** und immer noch auf den Haupt-Tab **61**, fordert die Routine **39** dann den Anwender auf, eine erste, obere linke Bezugsmarkierung **24a** zu lokalisieren. Der Anwender wählt „Vor“ **114**, um fortfahren. Der Anwender positioniert dann die obere linke Bezugsmarkierung **24a** in dem Bildsucher **60** und wählt „Lehre“ **116**, welche den Computer **11** veranlasst, die X-Y-Koordinaten der oberen linken Bezugsmarkierung **24a** zu speichern.

**[0056]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 6G** fordert die Routine **39** dann den Anwender auf, eine zweite, untere rechte Bezugsmarkierung **24b** zu lokalisieren. Der Anwender wählt „Vor“ **114**, um fortfahren. Der Anwender positioniert dann die untere rechte Bezugsmarkierung **24b** in dem Bildsucher **60** und wählt „Lehre“ **116**, welche den Computer **11** veranlasst, die X-Y-Koordinaten der unteren rechten Bezugsmarkierung **24b** zu speichern. Unter Verwendung der in Bezug auf die **Fig. 3–Fig. 5C** oben beschriebenen Schritte lokalisiert die Routine **39** dann alle acht Bezugsmarkierungen **24**, gibt einen Kalibrierungspunkt **28** auf den Mittelpunkt von jeder der Bezugsmarkierungen **24** ab, lokalisiert die abgegebenen Kalibrierungspunkte **28** und berechnet einen Punkt-Versatz-Fehler. Sofern der Punkt-Versatz-Fehler größer ist als ein anwenderdefinierter Grenzwert, alarmiert ein Pop-up-Fehler-Fenster (nicht gezeigt) den Anwender durch Abbilden einer Meldung wie beispielsweise „Die durchschnittliche Punkt-Versatz-Größe des [Wertes] überschreitet den zulässigen Schwellenwert des [Wertes] cm [inch]“. Der Anwender erkennt die Meldung durch Auswählen einer Schaltfläche „OK“ (nicht gezeigt) an, wischt die Bezugsmarkierungs-Platte (Kachel) **22** sauber und wählt dann „Vor“ **114**. Die Routine **39** kann dann die Schritte wie oben beschrieben wiederholen, um die Genauigkeit der Punktplatzierung von einem Fluid-Abgabesystem zu verbessern. Sofern der neue Punkt-Versatz-Fehler kleiner ist als die anwenderdefinierte Grenze, ist die Routine **39** erfolgreich, und ein Pop-up-Fenster (nicht gezeigt), welches die Ergebnisse anzeigt, wird erscheinen. Dieses Pop-up-Fenster kann eine Meldung umfassen, wie beispielsweise „Ventil-zu-Kamera-Versatz = ([x-Wert], [y-Wert]) cm [inch]. Akzeptabler Punkt-Versatz-Fehler = [Wert] cm [inch]. Durchschnittlicher Punkt-Versatz-Fehler = [Wert] cm [inch].“ Der Anwender erkennt die Meldung durch Auswählen der Schaltfläche „OK“ an, und dann endet die Routine **39** durch Auswählen einer Schaltfläche „Erledigt“.

**[0057]** Die Kalibrierungsroutine **39** und das GUI **59** können, wie oben beschrieben, durch einen Fachmann auf dem Gebiet der Technik, sofern notwendig, für die Verwendung mit Bezugsmarkierungs-Platten mit Bezugsmarkierungen jeder geeigneten Form, Menge und Konfiguration modifiziert werden.

**[0058]** Während die vorliegende Erfindung durch die Beschreibung der spezifischen Ausführungsformen veranschaulicht wird und während die Ausführungsformen in beträchtlichem Detail beschrieben wurden, ist es nicht beabsichtigt, den Schutzmfang der beigefügten Ansprüche grundsätzlich auf solche Details zu beschränken oder in irgendeiner Weise zu begrenzen. Die verschiedenen Merkmale, wie hierin beschrieben, können allein oder in beliebiger Kombination miteinander verwendet werden. Zusätzliche Vorteile und Modifikationen werden sich für einen Fachmann auf diesem Gebiet der Technik leicht ergeben. Die Erfindung in ihren breiteren Aspekten ist daher nicht auf die spezifischen Details, die repräsentativen Vorrichtungen und Verfahren und veranschaulichten Beispiele, welche gezeigt und beschrieben sind, beschränkt. Dementsprechend können Abweichungen von solchen Details gemacht werden, ohne vom Umfang oder dem Gedanken des allgemeinen erforderlichen Konzepts abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Kalibrieren eines Fluid-Abgabesystems, wobei das System eine Fluid-Abgabevorrichtung und einen optischen Sensor umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- (i) Lokalisieren eines externen Referenzpunktes mit einem optischen Sensor;
- (ii) Bewegen der Fluid-Abgabevorrichtung zu dem externen Referenzpunkt;
- (iii) Abgeben von Fluid mit der Fluid-Abgabevorrichtung an dem externen Referenzpunkt;
- (iv) Lokalisieren des abgegebenen Fluids mit dem optischen Sensor;
- (v) Berechnen einer Distanz zwischen der Position des externen Referenzpunktes und der Position des abgegebenen Fluids;
- (vi) Bestimmen eines Korrekturwertes basierend auf zumindest teilweise dem berechneten Abstand; und
- (vii) Verwenden des Korrekturwertes, um die Genauigkeit des Platzierens des abgegebenen Fluids zu verbessern.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte (i) bis (vii) automatisch durch eine Steuereinrichtung ausgeführt werden.

3. Das Verfahren nach Anspruch 1, ferner aufweisend:  
Wiederholen der Schritte (i) bis (vii) mindestens einmal.

4. Das Verfahren nach Anspruch 3, ferner aufweisend:  
Iteration der Schritte (i) bis (vii), bis der berechnete Abstand geringer ist als ein oberer Grenzwert.

5. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der externe Referenzpunkt auf einer Platte (Kachel) posi-

tioniert und die Platte zumindest einen zusätzlichen externen Referenzpunkt umfasst, wobei die Schritte (i) bis (vii) auch für den zumindest einen zusätzlichen externen Referenzpunkt ausgeführt werden, und wobei das Bestimmen eines Korrekturwertes zumindest teilweise auf einem Wert basiert, der durch die Mittelung der berechneten Abstände entsprechend jedem der externen Referenzpunkte bestimmt wird.

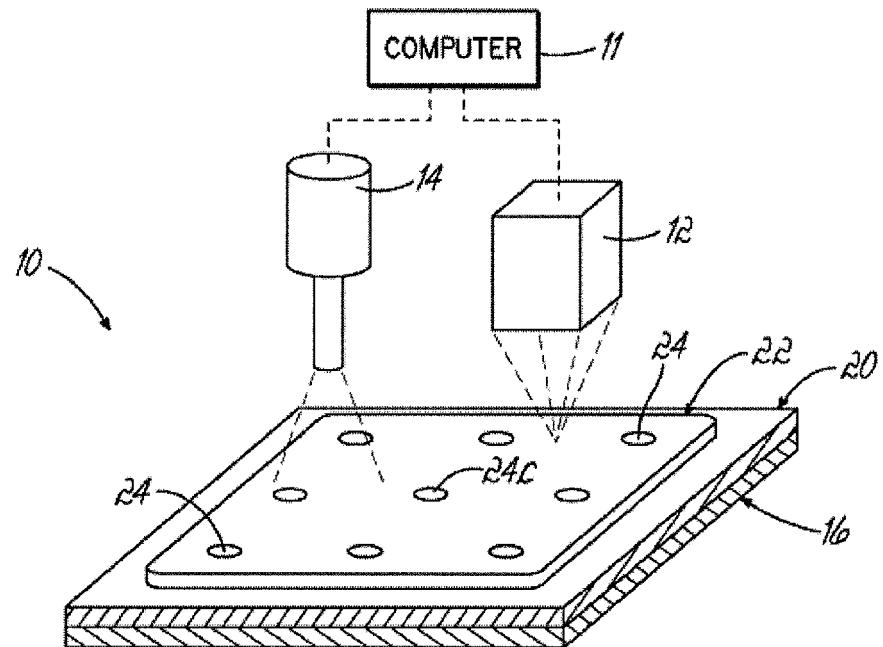
6. Das Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Platte (Kachel) mindestens acht externe Referenzpunkte hat.

7. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der externe Referenzpunkt und das abgegebene Fluid jeweils einen Schwerpunkt haben und der Schritt des Berechnens eines Abstandes ferner aufweist:  
Berechnen des Abstandes zwischen dem Schwerpunkt des externen Referenzpunktes und des Schwerpunktes des abgegebenen Fluids.

8. Das Verfahren nach Anspruch 7, wobei das abgegebene Fluid ferner aus einem Tropfen des Fluids besteht.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen



**FIG. 1**

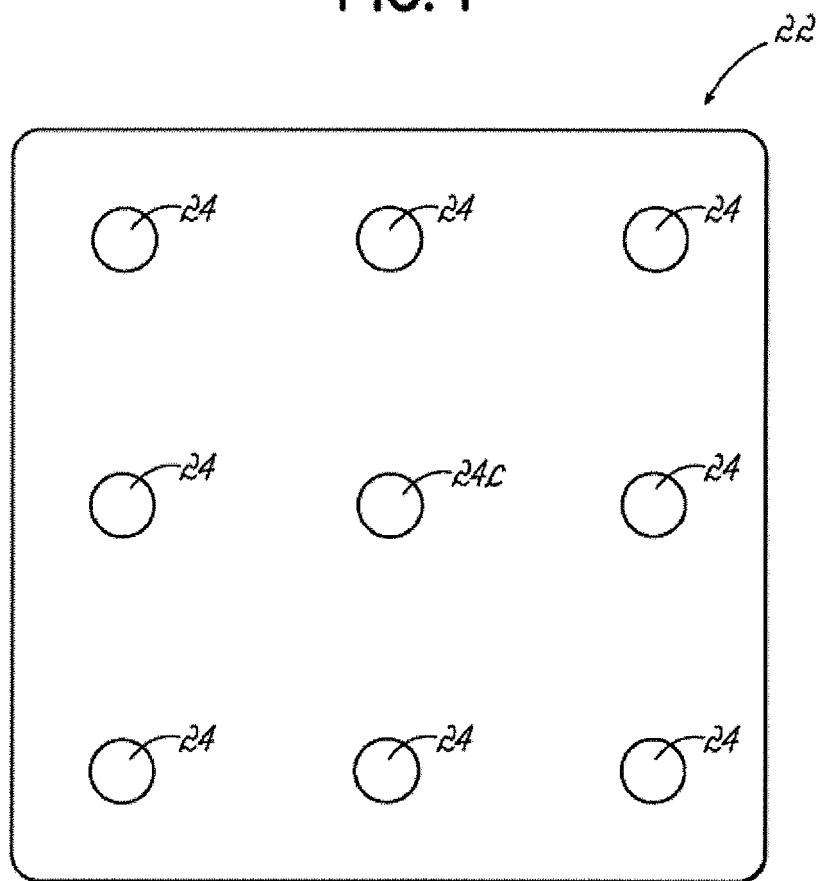


FIG. 2

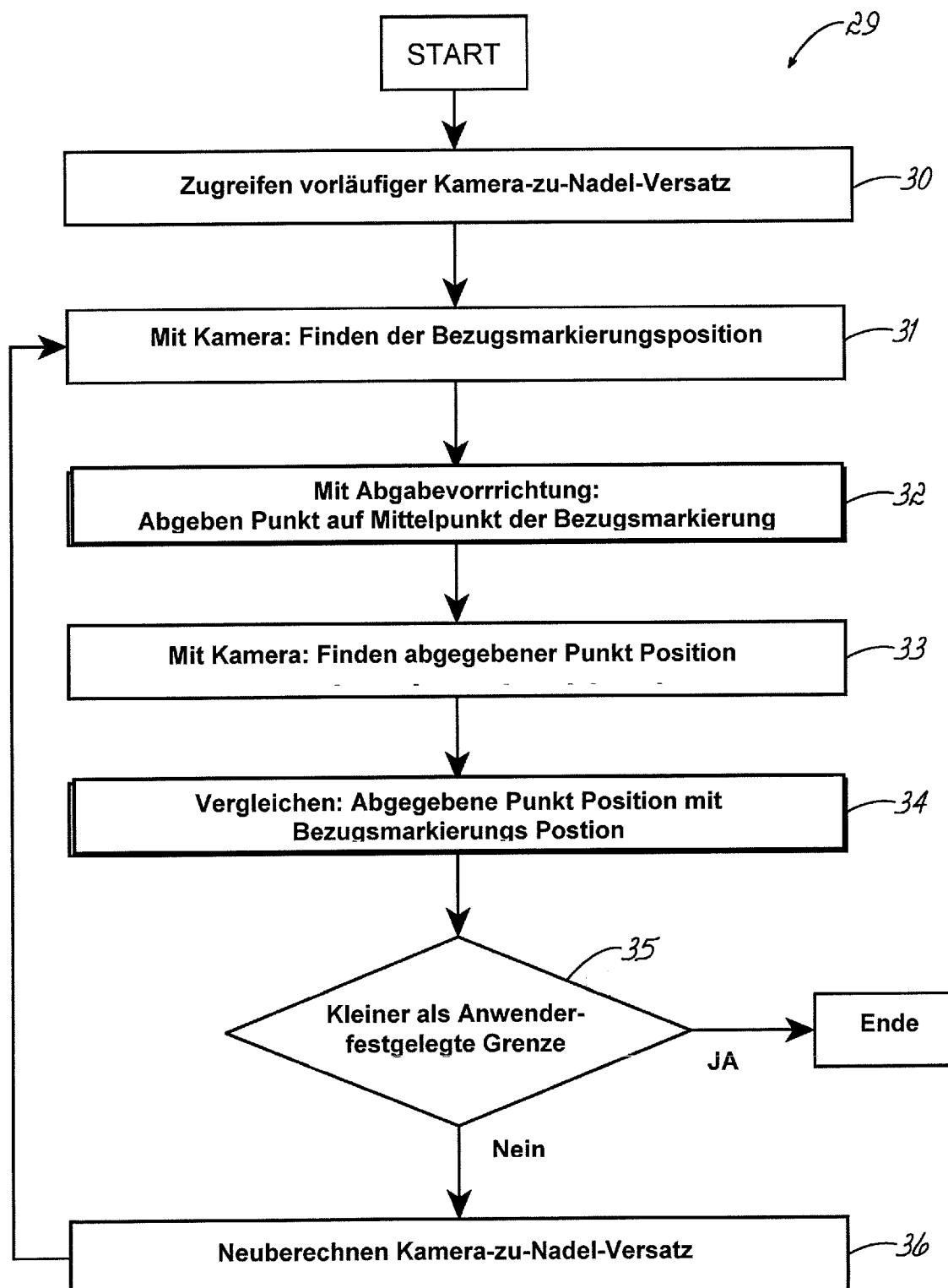


FIG. 3

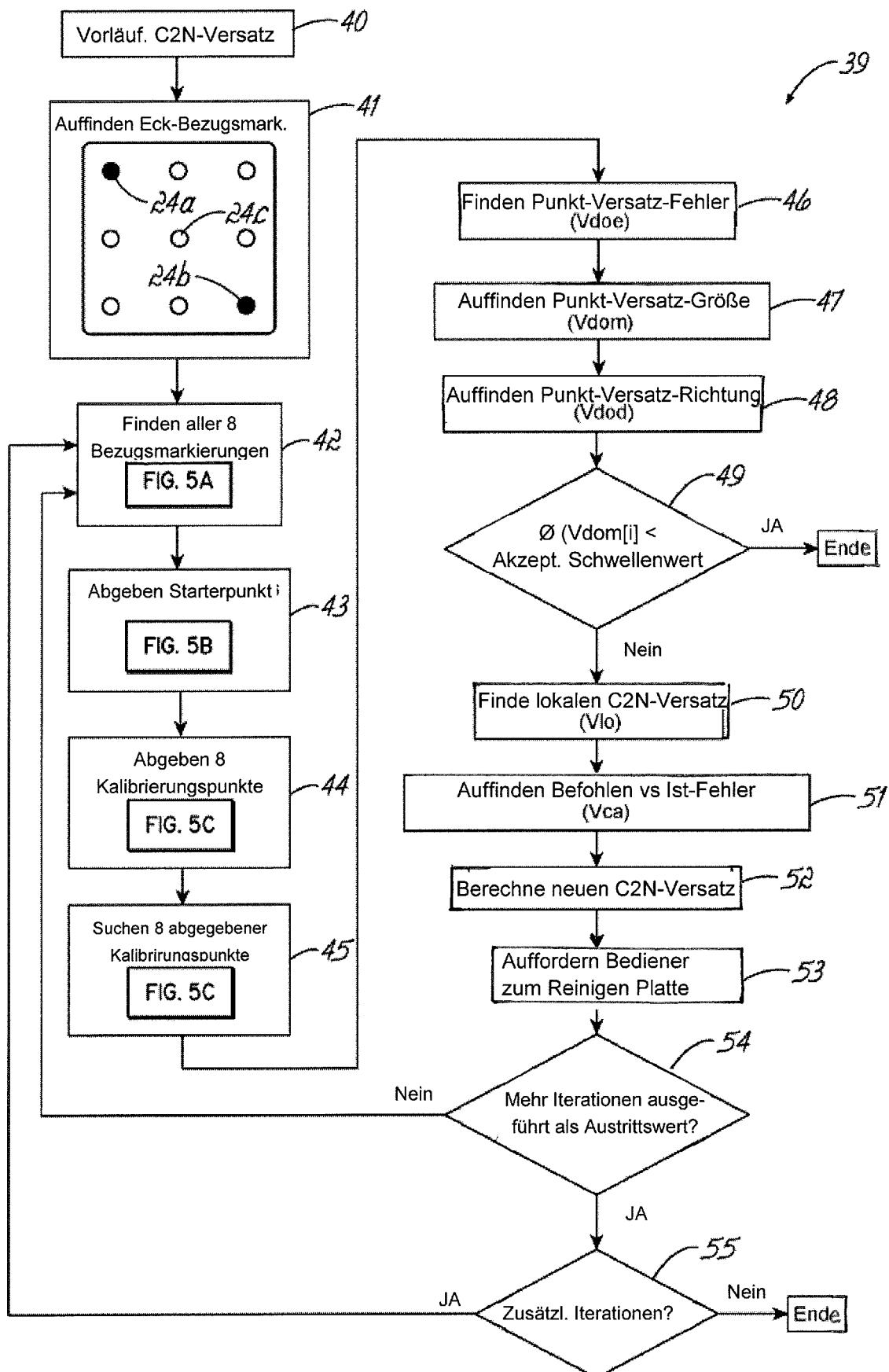
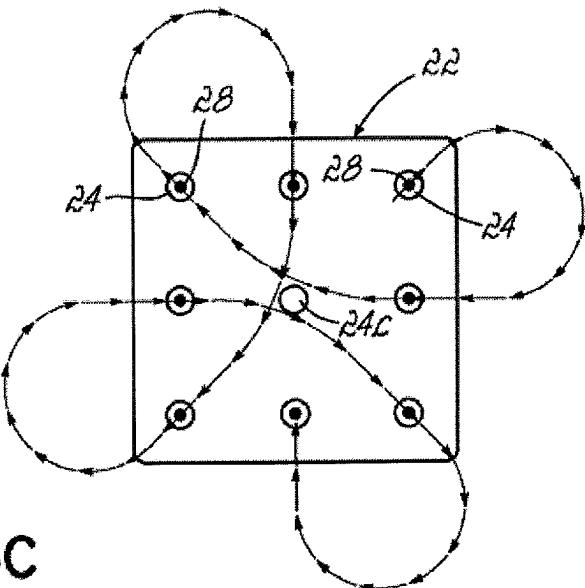
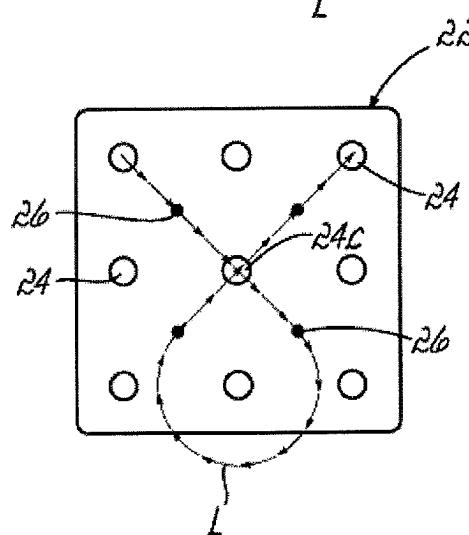
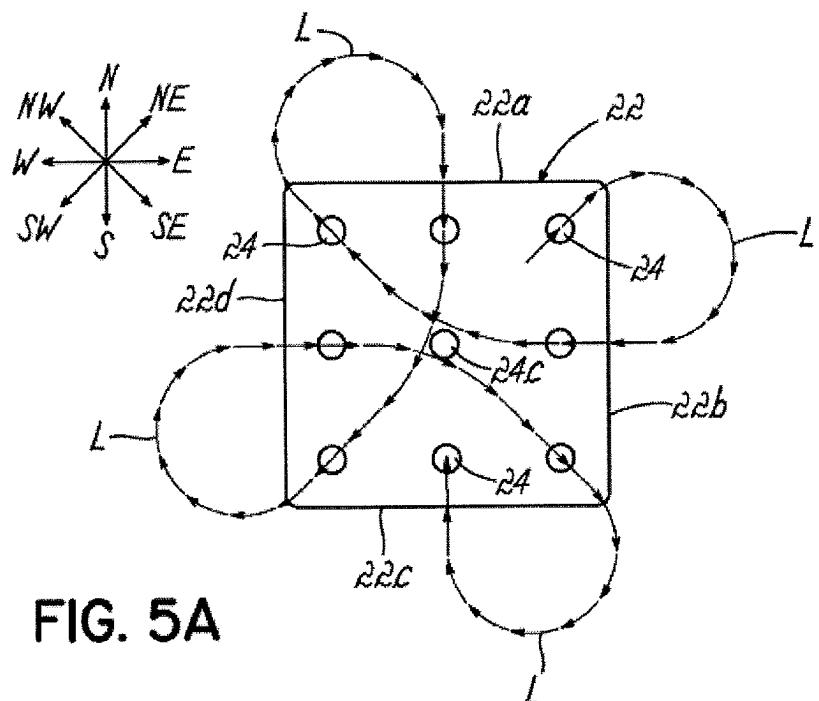


FIG. 4



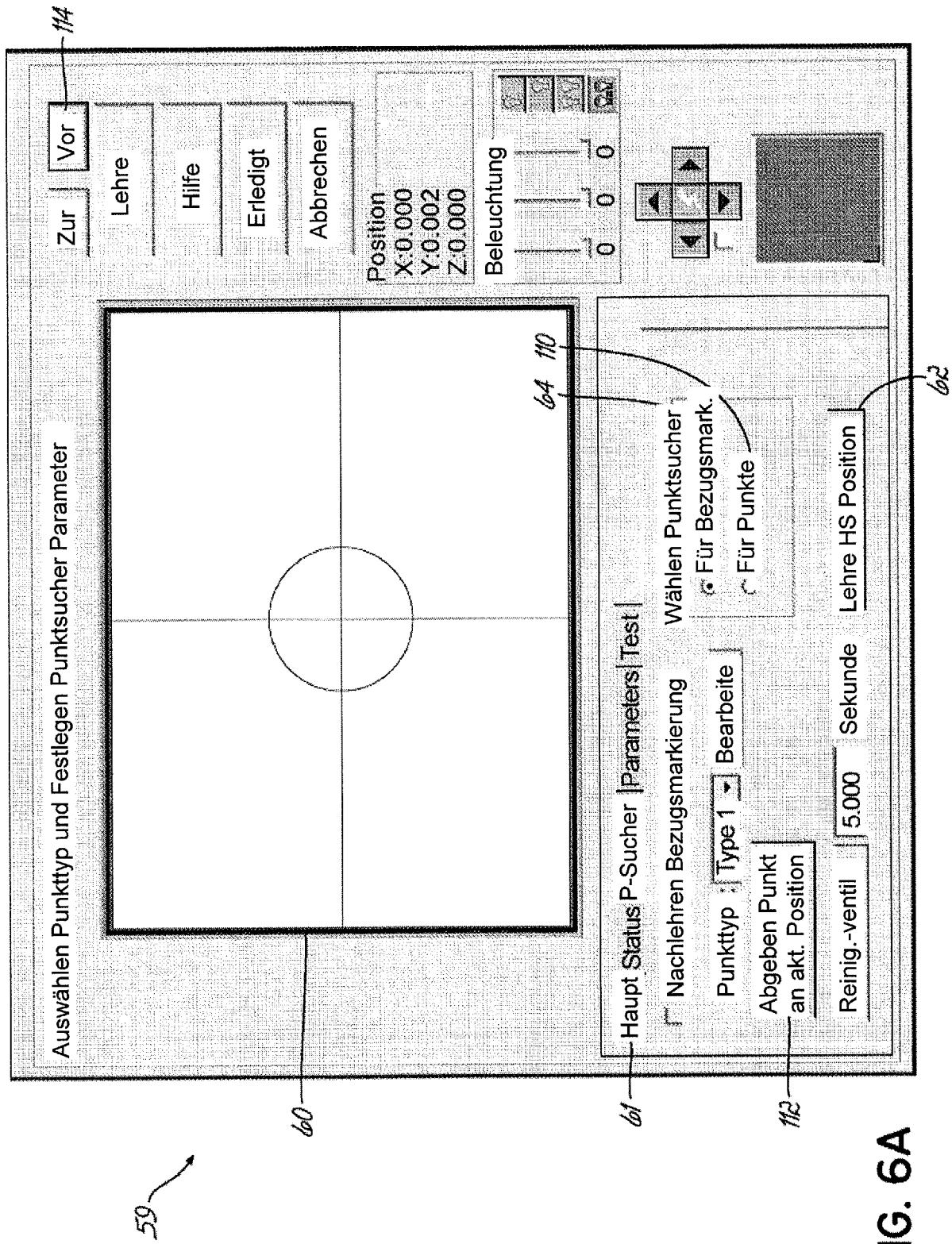


FIG. 6A

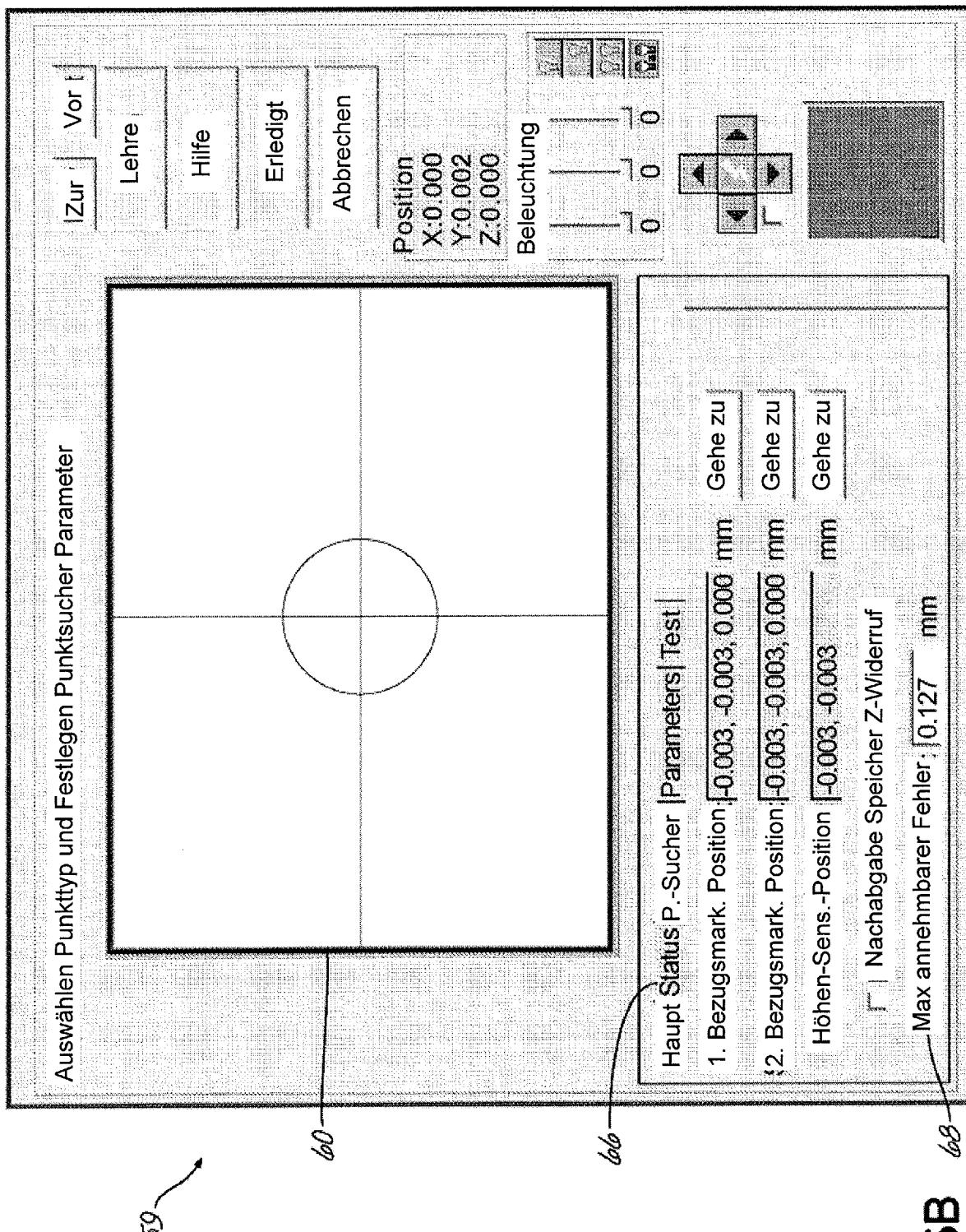
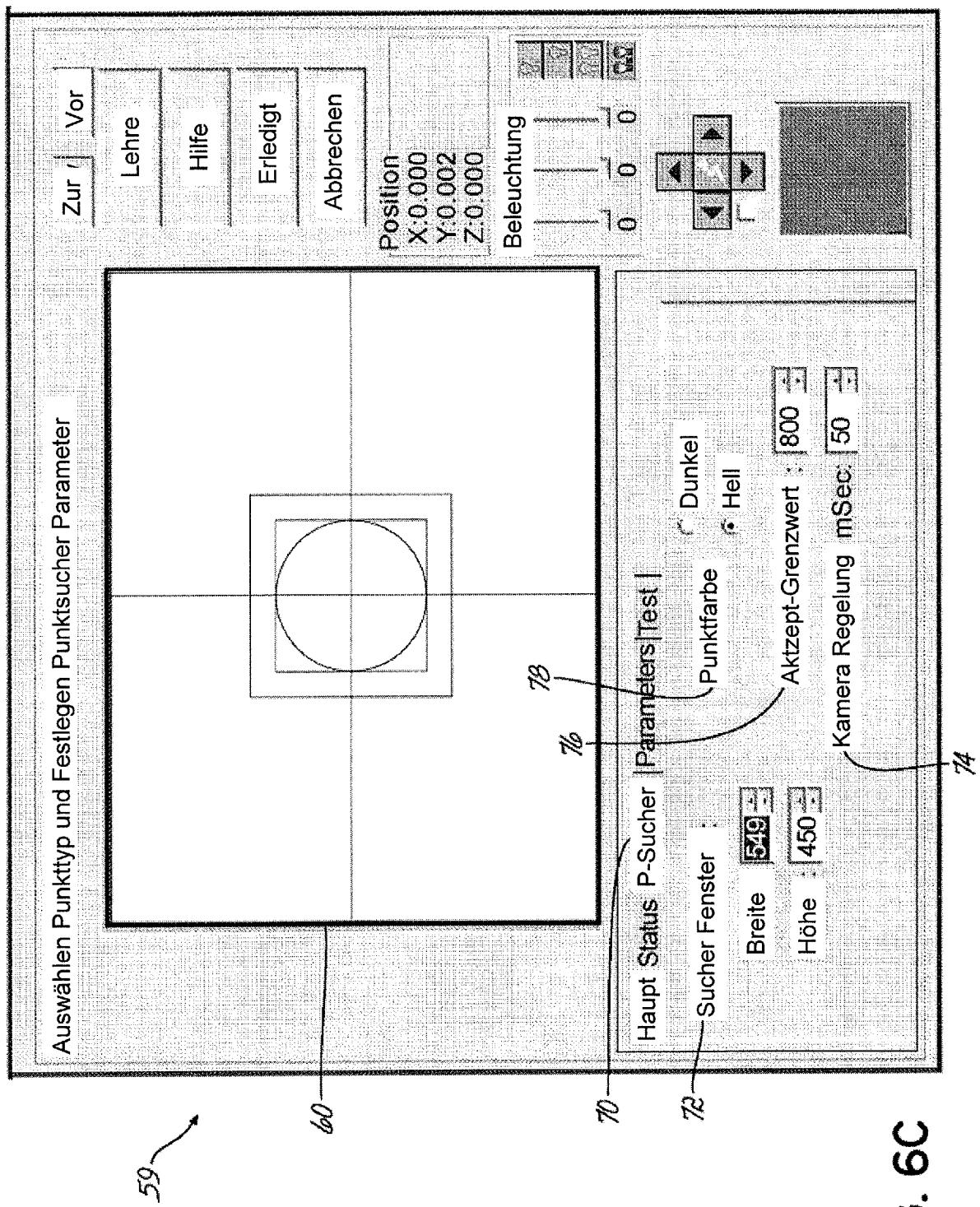


FIG. 6B



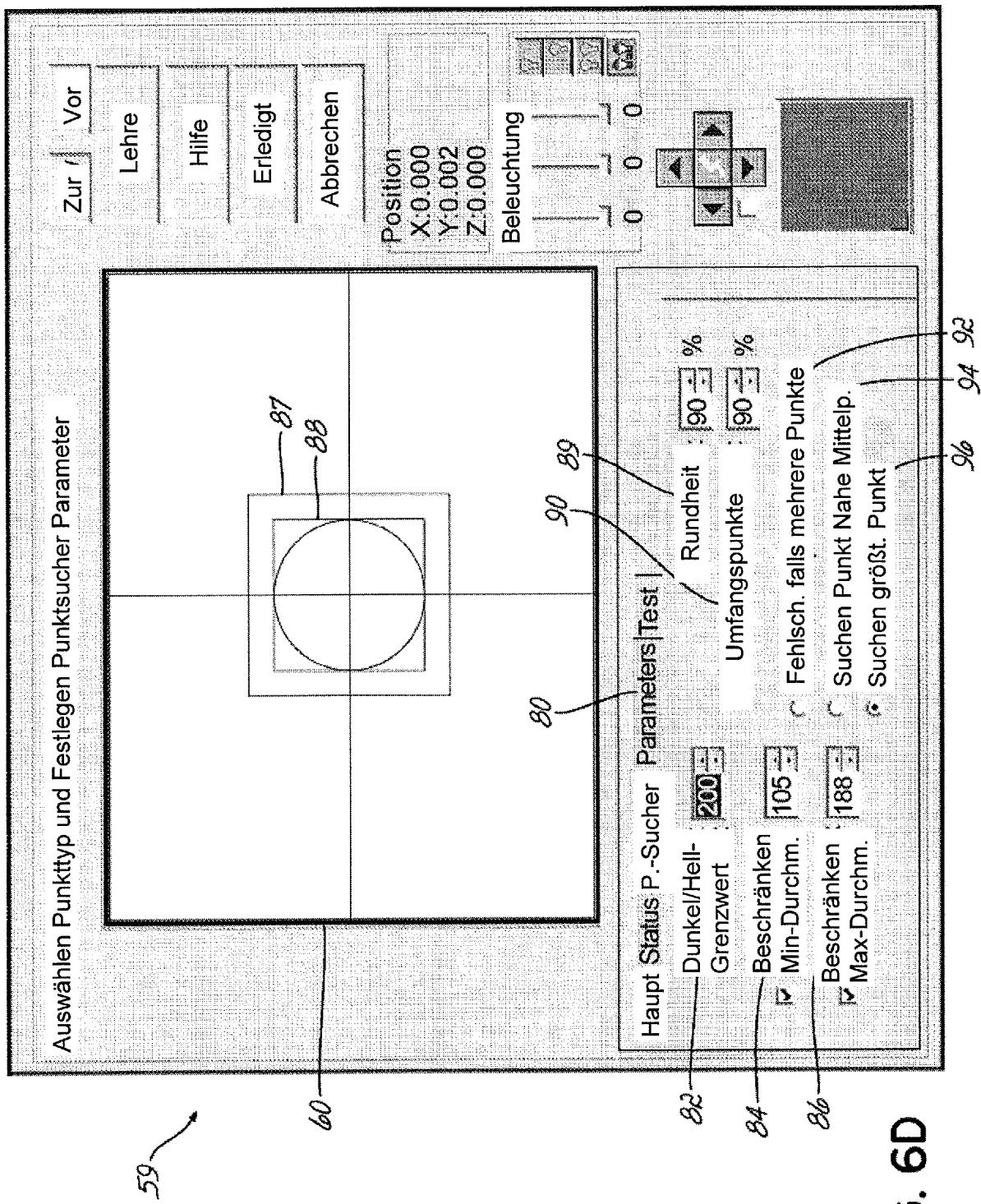


FIG. 6D

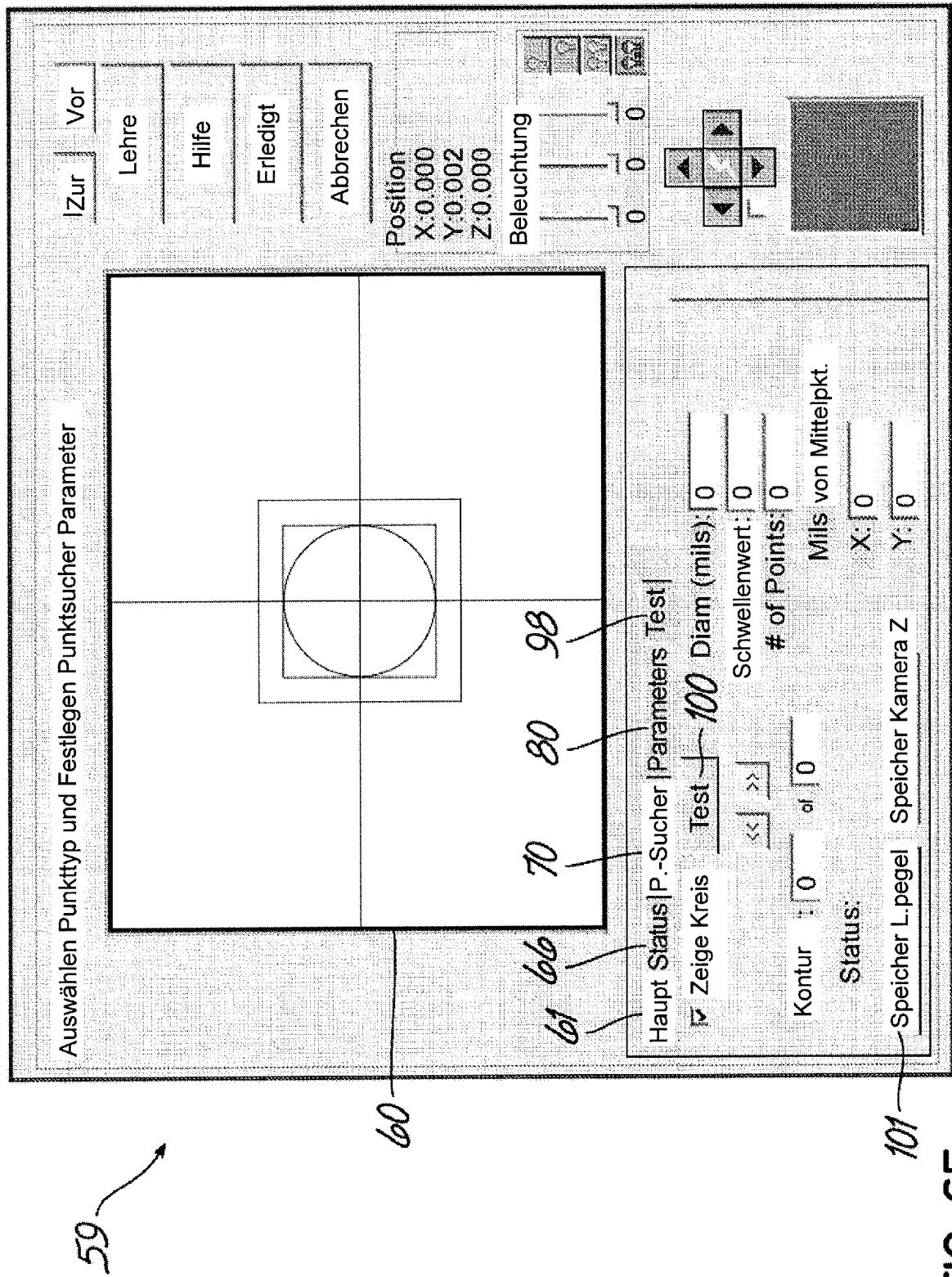


FIG. 6E

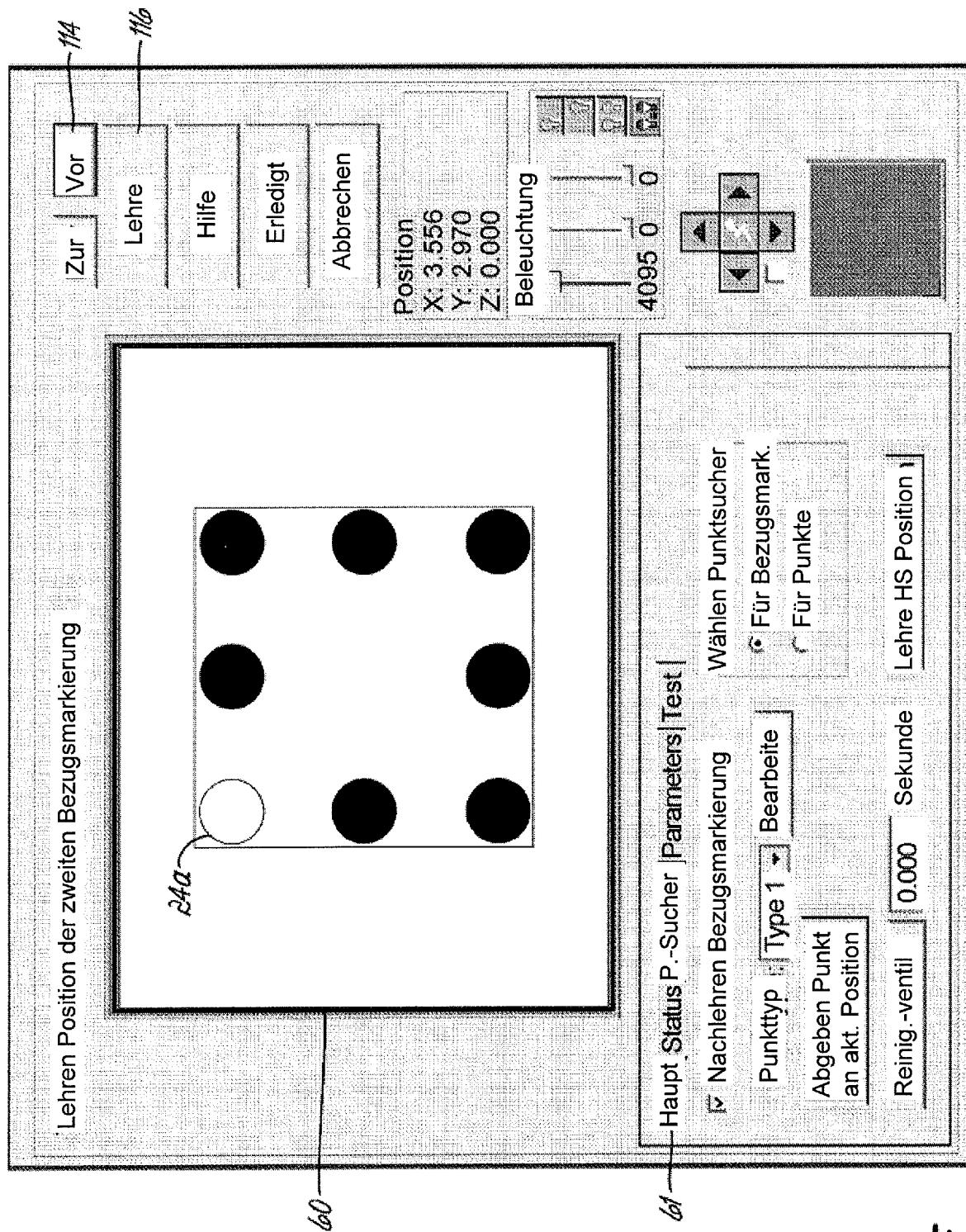
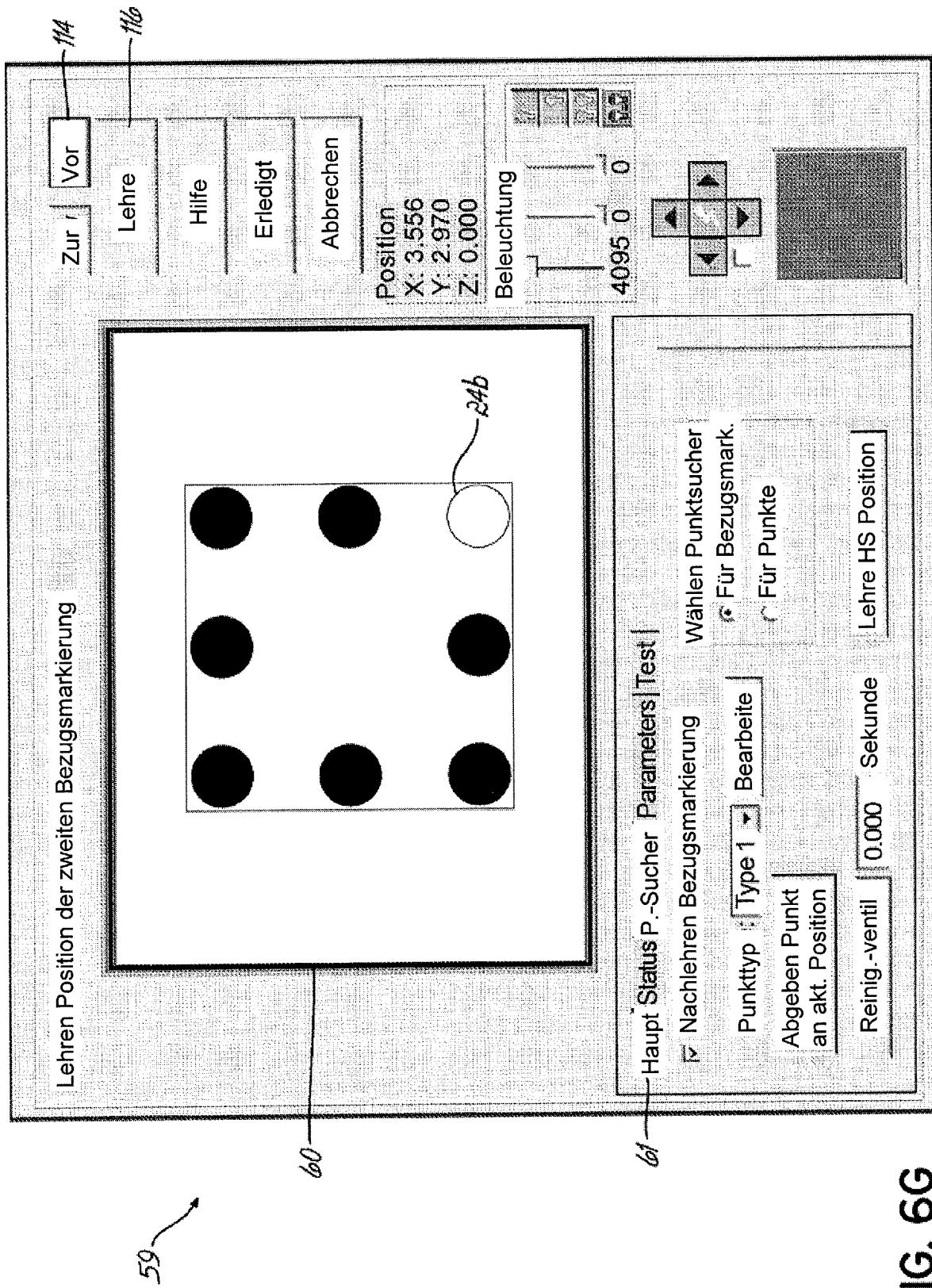


FIG. 6F



**FIG. 6G**