

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

703 740 A2

(51) Int. Cl.: G01C 11/02 G21C 17/003 (2006.01)
(2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01437/11

(71) Anmelder:
GE-Hitachi Nuclear Energy Americas, LLC,
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, NC 28401 (US)

(22) Anmeldedatum: 01.09.2011

(72) Erfinder:
William Dale Jones,
Wilmington, North Carolina 28401 (US)
David J. Brewer, Wilmington, North Carolina 28401 (US)
Brendan J. Hamel,
Wilmington, North Carolina 28401 (US)
Jared A. Lathrop, Wilmington, North Carolina 28401 (US)

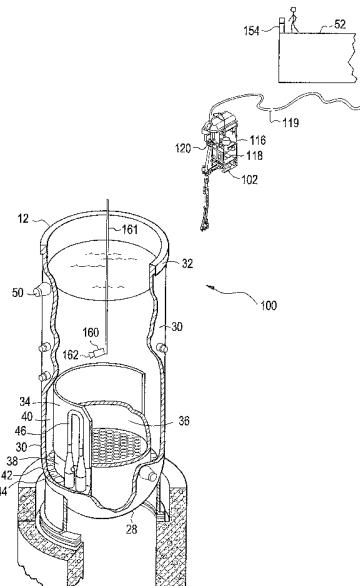
(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2012

(30) Priorität: 10.09.2010 US 12/879,546

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Photogrammetrische Systeme und Verfahren zum Prüfen eines Kernreaktors.

(57) Die Erfindung betrifft photogrammetrische Systeme (100) zum Prüfen entfernt unzugänglicher Anlagen. Solche Systeme enthalten Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion (160) und optische Ziele an bekannten, genauen Orten innerhalb der Anlagen, wie etwa in Kernreaktoren. Optische Ziele enthalten vorher existierende Merkmale und angeordnete Gegenstände, die Kennzeichen tragen, die eine Identität des optischen Ziels vermitteln bzw. übertragen, die korreliert ist mit einem Merkmal in der Anlage, eine Identität eines entfernten Werkzeugs (116) und/oder des bekannten Ortes innerhalb der Anlage. Die Vorrichtungen für die Fernprüfung (160) können in Verbindung mit einer Benutzerschnittstelle (154) sein, die Bedienerbefehle für das Betreiben des Werkzeugs empfängt und/oder eine Position des Werkzeugs auf der Grundlage der optischen Ziele bestimmt. Ein getrennter Prozessor kann Daten von dem optischen Ziel analysieren, das durch die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160) an einer oder mehreren günstigen Blickpunkten detektiert worden ist, um den Ort des optischen Ziels und der Vorrichtung (160) zu bestimmen. Von diesen Bestimmungen kann ein Ort eines geprüften Merkmals oder Werkzeugs berechnet werden. Die optischen Ziele können von der Anlage nach Beendigung der Prüfung entfernt werden.



Beschreibung

Allgemeiner Stand der Technik

[0001] Die Betreiber von kommerziellen kerntechnischen Anlagen und die Anbieter von Dienstleistungen für solche Anlagen führen Sichtprüfungen in dem Behälter (in-vessel Visual inspections = IVVI) und die Installation von Komponenten und/oder Reparaturen während der Arbeitsvorgänge der Brennmaterialnachfüllung des Reaktors durch. Ein Reaktordruckbehälter (reactor pressure vessel = RPV) in einer kommerziellen kerntechnischen Anlage weist typischerweise eingetauchte oder anderweitig unzugängliche Schweißnähte, Bohrungen und andere Komponenten auf, die untersucht, repariert oder an denen anderweitig gearbeitet werden soll, wenn die Anlage bei einer Abschaltung zum Zwecke der Brennmaterialnachfüllung ausser Betrieb ist. Zum Beispiel sind hohle, rohrförmige Strahlpumpen mit internen Bohrungen innerhalb eines Ringraumes eines Siedewasserreaktors positioniert, um den erforderlichen Wasserstrom für den Reaktorkern bereitzustellen. Während des Betriebes können die Komponenten der Strahlpumpe einschliesslich der Schweißverbindungen innerhalb des Reaktors eine intergranulare Spannungsrisskorrosion und eine durch Strahlung verursachte Spannungsrisskorrosion erleiden, welche die strukturelle Unversehrtheit dieser Reaktorkomponenten vermindern. Mehrere andere Typen von Komponenten innerhalb und um den Kernreaktor herum können unter einem ähnlichen Schaden leiden. Diese Reaktorkomponenten werden visuell geprüft, um zu bestimmen, ob irgendeine Rissbildung, irgendein Versagen bzw. Fehler oder irgendein anderer Schaden wie etwa eine Ansammlung von (Partikel-) Ablagerungen aufgetreten ist.

[0002] Ein Sichtprüfungssystem enthält herkömmlicherweise eine oder mehrere Kameras, die auf einem fernbedienten Vehikel positioniert sind, das innerhalb des Reaktorbehälters durch das Bedienpersonal oder durch eine maschinelle Anlage ausserhalb des Reaktors positioniert werden kann, um so eine Entfernung von der schädlichen Strahlung und von der Kontaminierung in dem Reaktor zu ermöglichen. Jede Kamera kann mit einem Videoübertragungssystem gekoppelt werden, das ein Bildsignal an eine entfernt angeordnete visuelle Anzeigevorrichtung oder an ein Speichersystem liefert. Eine Vielfalt von Kameras kann für verschiedene Aufgaben verwendet werden, die Prüfungen der äusseren Fläche der Rohre und der inneren Bohrungen der Rohre, der Aperturen und der Bohrungen mit einschliessen. Im Allgemeinen ist es für jedes Sichtprüfungssystem (Kamera, Übertragungssystem und Anzeige) erforderlich, vordefinierte Abbildungsstandards zu erfüllen, um zu gewährleisten, dass die Sichtprüfung in der Lage ist, die notwendige Spezifität hinsichtlich des Fehlers und der Schadensidentifikation zu identifizieren und abzugrenzen. Die Anforderungen an IVVI Sichtprüfungssysteme enthalten Sichttest-Standards (Visuell Testing = VT) wie etwa beispielsweise einen strengen EVT-1 Standard. Der EVT-1 Standard bestimmt, dass das Abbildungs- bzw. Bildsystem in der Lage ist, einen 0,0005" (1/2 mil) Draht auf einem 18 Prozent neutralen grauen Hintergrund aufzulösen.

[0003] Sowohl der EVT-1 Standard als auch andere Reparatur- oder Installationsarbeitsvorgänge verlassen sich auf die persönliche Bewertung durch einen Bediener (Operator), um zu gewährleisten, dass das Bild-/ Reparatur-/Werkzeugsystem in Relation zu den Komponenten, an denen gearbeitet wird, geeignet positioniert ist, um innerhalb des Reaktors einen Schaden geeignet zu identifizieren oder zu reparieren, oder um Werkzeuge geeignet zu betätigen oder Komponenten geeignet zu installieren. Einige herkömmliche Systeme können ein mechanisches Positionieren verwenden, wie etwa eine Bahnsteuerung für einem (Lenkungs-) Stab, an dem eine Kamera entfernt angebracht ist, oder Markierungen ausserhalb des Reaktors, so dass der Bediener die Werkzeugposition innerhalb des Reaktors durch Bezugnahme auf die externen Kennzeichen berechnen kann.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Die Ausführungsbeispiele enthalten photogrammetrische Systeme für eine Fernprüfung unzugänglicher Anlagen. Die Ausführungsbeispiele von Systemen enthalten Vorrichtungen für eine visuelle Ferndetektion und optische Ziele an bekannten, genauen Orten innerhalb der Anlagen, wie etwa in Kernreaktoren. Die Ausführungsbeispiele optischer Ziele können Kennzeichen enthalten, welche die Identität des optischen Ziels, das mit einem Merkmal in der Anlage korreliert ist, vermitteln und übertragen, die Identität eines fernbedienten Werkzeugs innerhalb der Anlage, und/oder den bekannten Ort innerhalb der Anlage. Ausführungsbeispiele optischer Ziele können an dem Ort oder auf dem Werkzeug durch ein Klebe-/Haft- oder ein mechanisches Befestigungsmittel befestigt werden, wie etwa durch eine Klemme, eine Schraube usw. In Ausführungsbeispielen für Vorrichtungen für eine Fernprüfung können diese in Verbindung mit einer Benutzerschnittstelle stehen, die Bedienerbefehle für das Betreiben der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion oder für das Werkzeug empfängt und/oder eine Position des Werkzeugs oder ein Merkmal bestimmt, an dem gearbeitet werden soll, auf der Grundlage von relativen Positionen der optischen Ziele in mehreren Bildern von verschiedenen günstigen Blickpunkten aus. Alternativ kann ein getrennter Prozessor Daten von den detektierten optischen Zielen analysieren, um den bekannten Ort des optischen Ziels oder ein Positionieren des Werkzeugs in Beziehung zu dem Ort zu bestimmen. Von diesen Bestimmungen kann ein Ort eines geprüften Merkmals berechnet werden, und auf das geprüfte Merkmal kann schneller zugegriffen und es kann schneller adressiert bzw. ausgewählt werden, wenn eine Prüfung entdeckt, dass eine Reparatur notwendig ist.

[0005] Die Beispielverfahren enthalten ein Prüfen unzugänglicher Umgebungen einer radiologischen Anlage wie etwa die eines Kernreaktors. Die Beispielverfahren enthalten ein Positionieren eines optischen Ziels in der radiologische Anlage an einem bekannten Ort, das Betreiben einer Vorrichtung für eine Fernprüfung innerhalb der radiologischen Anlage, um so physikalische Parameter der radiologischen Anlage zur Bestimmung eines Betriebszustandes der radiologischen Anlage zu erfassen. Daten eines optischen Ziels auf dem Werkzeug und innerhalb der radiologischen Anlage werden auch durch

Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion erfasst. Ein Ort von Merkmalen und/oder Werkzeugen in den erfassten Bildern ist dann auf der Grundlage von Informationen in dem Kennzeichen des mindestens einen optischen Ziels bestimmbare. Eine Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion, ein Bediener der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion und/oder ein Prozessor, der kommunikativ mit der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion verbunden ist, können Bildbearbeitungsverfahren verwenden, um die Orte zu bestimmen auf der Grundlage von den optischen Zielen in mehreren Bildern von mehreren verschiedenen günstigen Blickpunkten aus. Die optischen Ziele können von der Anlage entfernt werden, nachdem die Prüfung abgeschlossen ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006] FIG. 1 ist eine Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines photogrammetrischen Systems, das in einer kerntechnischen Anlage benutzbar ist.

[0007] FIG. 2 ist eine Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines optischen Ziels.

[0008] FIG. 3 ist eine Darstellung mehrfacher Ausführungsbeispiele optischer Ziele, die in einer kerntechnischen Anlage installiert sind.

[0009] FIG. 4 ist ein Flussdiagramm, das ein Beispielverfahren einer Prüfung einer radiologischen Anlage darstellt.

[0010] FIG. 5A und 5B sind Darstellungen von zwei aufeinander bezogenen Bildern, die in einem Beispielverfahren zum Bestimmen einer Position benutzt worden sind.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0011] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele im Einzelnen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Jedoch sind spezifische strukturelle und funktionale Details, die hierin offenbart sind, lediglich repräsentativ für die Zwecke der Beschreibung der Ausführungsbeispiele. Die Ausführungsbeispiele können in vielen wechselnden Formen ausgeführt werden und sie sollten nicht dahin ausgelegt werden, dass sie nur auf die hier dargelegten Ausführungsbeispiele begrenzt seien.

[0012] Man wird verstehen, dass, obwohl die Begriffe erstes, zweites usw. hierin verwendet werden können, um verschiedene Elemente zu beschreiben, so sollten diese Elemente doch nicht durch diese Begriffe begrenzt sein. Diese Begriffe werden nur benutzt, um ein Element von dem anderen zu unterscheiden. Zum Beispiel könnte ein erstes Element als ein zweites Element bezeichnet werden, und in ähnlicher Weise könnte ein zweites Element als ein erstes Element bezeichnet werden, ohne dabei von dem Umfang der Ausführungsbeispiele abzuweichen. So, wie es hierin benutzt wird, enthält der Begriff bzw. der Ausdruck «und/oder» jede und alle Kombinationen von einem oder mehr der zugehörigen aufgelisteten Gegenstände.

[0013] Man wird verstehen, dass, wenn ein Element als «verbunden», «gekoppelt», «angepasst», «befestigt» oder «fixiert» an ein anderes (bzw. an einem anderen) Element bezeichnet wird, es dann direkt mit dem anderen Element verbunden oder an das andere Element angekoppelt sein kann, oder es kann ein dazwischenliegendes Element vorhanden sein. Im Gegensatz dazu, wenn ein Element als «direkt verbunden» oder «direkt gekoppelt» mit einem anderen Element bezeichnet wird, dann sind keine dazwischenliegenden Elemente vorhanden. Andere Worte, die benutzt werden, um die Beziehung zwischen den Elementen zu beschreiben, sollten in einer ähnlichen Art und Weise interpretiert werden (z.B. «zwischen» versus «direkt zwischen», «benachbart» versus «direkt benachbart», usw.).

[0014] So wie hierin benutzt dienen die Singularformen «ein» und «der, die, das» dazu, auch die Pluralformen zu enthalten, es sei denn, die Sprache zeigt ausdrücklich etwas anderes an. Man wird ferner verstehen, dass die Begriffe «umfasst», «umfassend», «enthält» und/oder «enthaltend bzw. einschliessend», wenn sie hier benutzt werden, das Vorhandensein von festgestellten Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Arbeitsvorgängen, Elementen und/oder Komponenten spezifizieren, aber es schliesst nicht das Vorhandensein oder die Hinzufügung von einem oder mehreren anderen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Arbeitsvorgängen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen derselben aus.

[0015] Es sollte auch angemerkt werden, dass in einigen alternativen Implementierungen die erwähnten Funktionen/Handlungen ausserhalb der Reihenfolge auftreten können, die in den Figuren angegeben oder in der Spezifikation beschrieben ist. Zum Beispiel können zwei Figuren oder Schritte, die in einer Aufeinanderfolge gezeigt sind, tatsächlich in Serien und gleichzeitig ausgeführt werden oder sie können einige Male in der umgekehrten Reihenfolge oder wiederholt durchgeführt werden, abhängig von der Funktionalität/den Handlungen, die mit einbezogen sind.

[0016] Eine genaue und schnelle Durchführung von Sichtprüfungen, magnetischen Prüfungen, Ultraschallprüfungen usw. in dem Behälter für Kernreaktoren und Prüfungen von anderen radiologischen Umgebungen kann eine Abschaltung bzw. eine Unterbrechung bewirken, die mit einer Kernkraftanlage verbunden ist, und sie erlaubt möglicherweise eine schnellere Abschaltung, die die Industrieregeln einhält. Die Erfinder haben einen Bedarf erkannt an einem genauen und schnellen Bewerten und Reparieren von einem Schaden an Komponenten und von nicht betriebsbereiten Zuständen. Die Erfinder haben ferner erkannt, dass eine Fähigkeit, genau und schnell Positionen von solchen Zuständen und Merkmalen, die geprüft und/oder repariert werden sollen, und Positionen der Prüfausrüstung und Werkzeuge relativ zu den Zuständen und Merkmalen und innerhalb der radiologischen Umgebungen zu bestimmen, wie etwa innerhalb des Kernreaktors, direkt zu der Geschwindigkeit und zu der Genauigkeit von solchen Bewertungen und Reparaturen beiträgt. Die Erfinder haben

ferner ein Problem erkannt bei der visuellen Lokalisierung von Merkmalen, Werkzeugen und von Prüfausrüstung in den radiologischen Umgebungen, die von der Strahlung herrühren, der man in diesen Umgebungen begegnet. Insbesondere verhindert die Strahlung sowohl eine direkte menschliche Beobachtung von Werkzeug oder des Ortes eines Merkmals als auch eine auf einer Kamera basierende visuelle Beobachtung/Aufzeichnung in diesen Umgebungen, weil visuelle Kameras in Gebieten mit hoher Strahlung schlecht arbeiten, sie werden leicht mit Strahlung kontaminiert, und/oder sie sind nicht passend geeignet oder sie können eine Blockierung in kleinen Gebieten innerhalb dieser Umgebungen verursachen, wo andere Reparaturen oder Prüfungen erforderlich sind. Beispielsysteme und -verfahren, die unten beschrieben sind, sprechen diese und andere Probleme, die unten diskutiert werden oder nicht, eindeutig an und sie ermöglichen eine genaue Position der Prüf-/Reparatur-/Installationswerkzeuge innerhalb der Umgebungen mit hoher Strahlung und der Merkmale, die in diesen Umgebungen geprüft/repariert werden sollen.

[0017] FIG. 1 ist eine Darstellung eines Ausführungsbeispiels des Systems 100, das benutzbar ist, um ein genaues Positionieren innerhalb einer Umgebung zu bestimmen, die nicht sicher ist und/oder auf die direkt durch menschliche Bediener nicht zugegriffen werden kann, wie etwa die Gebiete innerhalb einer Kernkraftanlage. Die Ausführungsbeispiele des Systems 100 enthalten mindestens eine Vorrichtung für die visuelle Detektion und ein dadurch nachweisbares optisches Ziel, das innerhalb der Umgebung positioniert ist, in der gearbeitet oder geprüft werden soll, was im Einzelnen unten beschrieben werden wird. Ausführungsbeispiele von Systemen können mit einer Vielfalt von Prüf-, Reparatur-, Installationswerkzeugen usw. arbeiten, die für ein entferntes Arbeiten in Umgebungen mit hoher Strahlung benutzt werden, wie weiter unten diskutiert wird.

[0018] Wie in FIG. 1 gezeigt, kann eine Kernkraftanlage solch eine Prüfumgebung sein und sie kann einen Reaktordruckbehälter (RPV) 12 enthalten, der mit Flüssigkeit gefüllt ist, wie etwa mit Wasser, das während der Abschaltung einer Anlage zum Zwecke der Brennmaterialnachfüllung oder während einer anderen Wartungsperiode zugänglich ist. Obwohl das Ausführungsbeispiel des Systems 100 in Verbindung mit einer Kernkraftanlage gezeigt ist, die die Merkmale eines Siedewasserreaktors aufweist, so versteht es sich doch, dass Ausführungsbeispiele von Systemen in jeder radiologischen oder anderweitig unzugänglichen Umgebung benutzbar sind, wo ein genauer Ort für Prüfungen, Werkzeug, Reparaturen usw. erwünscht ist.

[0019] Zum Beispiel können der RPV 12 und verbundene Komponenten in einer Kernkraftanlage ein oder mehrere Merkmale enthalten, die geprüft, repariert, erzeugt werden sollen oder an denen anderweitig gearbeitet werden soll, in Kombination mit dem Ausführungsbeispiel des Systems 100. Ein Schnittbild des RPV 12 in FIG. 1 zeigt einen Behälterboden 28 an einem Ende des RPV 12, von dem eine Seitenwand 30 sich nach oben bis zu einer Oberkante des RPV 12 erstreckt. Die Seitenwand 30 kann einen oberen Flansch 32 enthalten, auf dem ein Kopfstück (nicht gezeigt) befestigt werden kann. Ein zylindrisch geformter Kernmantel 34 kann einen Reaktorkern 36 umgeben. Der Mantel 34 kann an einem Ende durch einen (Kern-)Mantelträger 38 getragen werden. Ein Ringraum 40 kann zwischen dem Mantel 34 und der Seitenwand 30 gebildet werden. Ein ringförmiges Pumpendeck 42 kann sich zwischen dem Mantelträger 38 und der Seitenwand 30 erstrecken. Das Pumpendeck 42 kann mehrere kreisförmige Öffnungen 44 enthalten, wobei jede Öffnung eine Strahlpumpenanordnung beherbergt, die einen Strahlpumpendiffusor 46 enthält (nur einer ist aus Zwecken der Klarheit und Übersicht in Fig. 1 gezeigt). Die Strahlpumpendiffusoren 46 können am Umfang um den Kernmantel 34 herum verteilt sein.

[0020] Anschlüsse und Verbindungen zwischen den Beispielstrukturen, die in FIG. 1 gezeigt sind, können Ziele für eine Prüfung, Werkzeuge, Reparaturen usw. sein, weil solche Anschlüsse geschweisst werden können und empfänglich gegenüber einer Rissbildung und anderen Beschädigungen sein können. Oder zum Beispiel können sich (Partikel-)Ablagerungen auf oder zwischen den Komponenten ansammeln, wie etwa auf dem Pumpendeck 42, das ein Ziel für die Entfernung von (Partikel-)Ablagerungen oder für eine Prüfung sein kann, um die (Partikel-)Ablagerungen zu lokalisieren. Oder zum Beispiel Gleitgelenk-Verbindungsstücke in Strahlpumpen-Anordnungen an Diffusoren 46 können Ziele für ein Werkzeug und für Reparaturen sein, um durch Schwingungen ausgelöste Schäden in den Gleitgelenken zu reparieren oder zu beseitigen. Diese Orte können für einen direkten menschlichen Kontakt wegen der hohen Strahlung und der radioaktiven Kontamination unzugänglich sein, und eine direkte Kamerabettigung in diesen Gebieten kann technisch undurchführbar sein wegen der verminderten Kamerafunktion, der Strahlungsaussetzung und der Kontamination, des Mangels an Raum usw. Jedoch ist es noch wünschenswert, ein Merkmal und den Ort eines Werkzeugs innerhalb dieser Gebiete visuell zu bestimmen. Es versteht sich daher, dass jede Anzahl von Gebieten und Merkmalen in der kerntechnischen Anlage eine Prüfung für eine Reparatur und ein Bestimmen des Betriebszustandes erfordern kann, und dass jedes dieser Prüfgebiete mit verschiedenen Typen von Prüfsystemen, Reparaturssystemen oder mit anderen Werkzeugsystemen geprüft, repariert oder anderweitig bearbeitet werden kann, die mit den Systemen des Ausführungsbeispiels benutzbar sind.

[0021] Zum Beispiel kann das System 100 mit einer Vorrichtung für die Fernprüfung benutzbar sein, die aus der Entfernung Zielmerkmale in gefährlichen oder unzugänglichen Orten prüfen kann, sei es visuell, mit Ultraschall, magnetisch oder anderweitig. Zum Beispiel kann eine Vorrichtung für die Fernprüfung an einem langen (Lenkungs-) Stab befestigt sein, der oberhalb von RPV 12 betätigt wird, und die Bediener, die sich auf einer Arbeitsplattform oder auf einem Ausleger über dem RPV 12 befinden, können den (Lenkungs-)Stab und die Vorrichtung für die Fernprüfung um den RPV 12 herum bewegen, um Merkmale darin zu prüfen. Vorrichtungen für die Fernprüfung, die vollständig stationär sind und an unbewegliche Strukturen fixiert sind, sind auch benutzbar in den Beispielsystemen.

[0022] Oder zum Beispiel kann eine Vorrichtung für die Fernprüfung 116 fernbedienbar in den RPV 12 zugeführt und dort bereitgestellt werden, um verschiedene Merkmale zu prüfen, die darin eingetaucht sind. Die Vorrichtung für die Fernprü-

fung 112 kann eine oder mehrere Antriebsvorrichtungen enthalten, die die Vorrichtung für die Fernprüfung 112 innerhalb einer wässrigen Umgebung bewegen, wie etwa zum Beispiel einen mechanischen Propeller und ein Ruder oder einen chemischen Strahl. Die Vorrichtung für die Fernprüfung kann ferner eine lokal gelagerte Energiequelle und/oder eine Energieverbindung zu einer externen Quelle für den Betrieb bzw. für die Betätigung enthalten. Die Vorrichtung für die Fernprüfung 112 kann eine oder mehrere Prüfkameras 118 enthalten oder eine andere Vorrichtung zur Bilderfassung, die ein Bildsignal über eine Übertragungsanlage 119 mit Kabel oder ohne Kabel (drahtlos) bereitstellt. Ausserdem kann die Vorrichtung für die Fernprüfung 116 ein oder mehrere Beleuchtungs- und Lichtvorrichtungen 120 zum Beleuchten von Abschnitten des RPV 12 enthalten, um von der Prüfkamera 118 betrachtet oder abgebildet zu werden. Die Beleuchtungsvorrichtungen 120 können eine variable und steuerbare Intensität und/oder einen variablen und steuerbaren Brennpunkt aufweisen.

[0023] Es versteht sich, dass, obwohl ein Beispielsystem, das die Kamera 118 auf der Vorrichtung für die Fernprüfung 112 benutzt, in FIG. 1 gezeigt ist und zusammen mit dem Ausführungsbeispiel des Systems 100 benutzbar ist, andere Systeme wie etwa entfernte Werkzeugsysteme, entfernte eintauchbare Roboter, Ultraschallscanner, magnetische Sonden, und jeder andere Typ von Prüf-/Reparatur-/Bearbeitungsvorrichtungen mit den Ausführungsbeispielen benutzbar sind oder es kann bei diesen Beispielsystemen an diesen unabhängigen Vorrichtungen fehlen.

[0024] Ein Bediener kann die entfernten Vorrichtungen (Fernbedienungsvorrichtungen), die in dem Ausführungsbeispiel des Systems 100 benutzbar sind, von einer Dienstbrücke (Gangway), Plattform und/oder von einer Arbeitsbrücke zur Brennmaterialnachfüllung 52 aus betätigen und steuern. Zum Beispiel kann er die Steuerung durchführen über eine Benutzerschnittstelle zur Steuerung 154 wie etwa über eine Anzeigevorrichtung (Display), einen Joystick, eine Maus, eine Tastatur, ein Spracheingabegerät oder über andere Typen von Vorrichtungen für Bedienereingaben zum Empfangen einer Eingabe von einem Bediener. Die Eingabe von Steuerbefehlen in die Steuerungsschnittstelle 154 kann an eine Fernbedienungsvorrichtung 116 übertragen werden, die ihrerseits visuelle Bildsignale oder andere Prüfdaten wie etwa Ultraschallsignale über die Übertragungsanlage 119 empfangen kann.

[0025] Das Ausführungsbeispiel des Systems 100 enthält eine Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann eine Kamera oder eine andere optische Sensorvorrichtung sein, die fähig ist zum Erfassen, Aufzeichnen, Analysieren und/oder zum Übertragen von visuellen Daten oder von Positionsdaten aus dem Inneren der unzugänglichen Umgebung. Das Ausführungsbeispiel der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann an einen handlichen (Lenkungs-) Stab 161 befestigt werden. Die Bediener können die Vorrichtung 160 auf dem handlichen (Lenkungs-) Stab 161 über oder anderweitig ausserhalb des RPV 12 bewegen und positionieren. Alternativ kann die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 drehbar an einem stationären Ort innerhalb des RPV 12 fixiert sein. Noch als ein weiteres Beispiel kann die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 an einem fernbedienbaren Roboter befestigt werden ähnlich wie die Vorrichtung für die Fernprüfung 116 und entfernt (per Fernbedienung) über die Benutzerschnittstelle zur Steuerung 154 gesteuert/bewegt werden.

[0026] Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann so ausgelegt und positioniert werden, dass sie sich in einer optischen Verbindung mit verschiedenen Gebieten befindet, die innerhalb der unzugänglichen Umgebung geprüft, repariert, bearbeitet usw. werden sollen. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 braucht jedoch nicht in der Nähe der tatsächlichen Komponente/des tatsächlichen Ortes aufgestellt zu sein, der geprüft oder anderweitig bearbeitet werden soll. Auf diese Weise kann die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion nicht die Prüfungen oder andere Arbeiten stören, sie braucht nicht den höchsten Strahlenbelastungen innerhalb der unzugänglichen Umgebung ausgesetzt zu werden, die die Funktionalität der Vorrichtung 160 kontaminieren bzw. beeinträchtigen oder vermindern können. Zum Beispiel können die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 und/oder die Vorrichtung für die Fernprüfung 116 drehbar fixiert sein in einem zentralen Gebiet des RPV 12 innerhalb einer Sichtlinie der Merkmale, die geprüft werden sollen. Oder zum Beispiel kann die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 beweglich sein um die Merkmale, die geprüft werden sollen, und/oder die Vorrichtungen für die Fernprüfung 116 können in einer Entfernung derart positioniert sein, dass sie nicht in ein Bearbeitungs-/Prüfgebiet oder in ein Gebiet höherer Strahlung eintreten.

[0027] Die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 sind gehärtet gegen Strahlung und radiologische Kontamination, wie sie in Kernkraftanlagen und anderen Prüfumgebungen üblich sind. Die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 sind unter Bedingungen funktionsfähig, die durchschnittliche Dosisraten von 10 RAD/Stunde bis zu 1.000 RAD/Stunde aufweisen. Daher enthalten die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 Materialien, die den physikalischen Zustand oder die mechanischen Merkmale und Eigenschaften nicht wesentlich ändern, wenn sie verschiedenen Typen und hohen Mengen von Strahlung ausgesetzt sind, die in Prüfumgebungen wie etwa in kerntechnischen Anlagen vorgefunden wird. Die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 stellen ferner eine Bildauflösung und Übertragungsqualität bereit, die ausreichend ist, um die oben erwähnten Standards zu erfüllen. Zum Beispiel können die Kameras, die als Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 benutzbar sind, 12,4 Megapixel an Auflösungsvermögen oder grösser aufweisen. Verschiedene bekannte und kommerziell erhältliche digitale Bildkameras und Bildaufzeichnungsgeräte können die obigen Anforderungen an eine Beispieldurchführung für Vorrichtungen für die Fernprüfung erfüllen.

[0028] Die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 können ferner eine Beleuchtungsvorrichtung 162 enthalten, wie etwa einen eintauchbaren Beleuchtungskörper, der die Gebiete innerhalb der unzugänglichen Umgebung beleuchtet. Die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 enthalten ferner eine Übertragungs- und/oder Speichervorrichtung, mit der aufgezeichnete Daten für die Analyse oder eine Bediennachricht gesendet oder erhalten werden. Zum Beispiel

können die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 ein faseroptisches Kabel enthalten, das an dem handlichen (Lenkungs-) Stab 116 nach oben entlangläuft und mit dem Steuerpult 154 verbunden ist für eine Analyse durch den Bediener oder eine Prozessoranalyse. Als ein anderes Beispiel können die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 Daten in einem lokalen Flash- oder ROM-Speicher speichern, der den Bedienern zugänglich ist.

[0029] Das Ausführungsbeispiel des Systems 100 enthält ein oder mehrere Ausführungsbeispiele optischer Ziele, die durch Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 nachweisbar sind und die in einem Prüfgebiet an bekannten Orten in Bezug auf die Merkmale von Interesse positioniert sind, wie etwa die Merkmale, an denen gearbeitet werden soll. Optische Ziele können identifizierbare, geometrische Merkmale innerhalb der Arbeitsumgebung enthalten, wie etwa Rohre, Löcher, Komponentenecken, Schrauben, Schweissnähte usw., die durch die Ausführungsbeispiele der Vorrichtungen für die visuelle Detektion identifizierbar sind. Alternativ können optische Ziele Ausführungsbeispiele optischer Ziele 180 enthalten, die eigens innerhalb der Arbeitsumgebung angeordnet sind, die mit einer Position eines Merkmals korreliert sein kann. Ausführungsbeispiele optischer Ziele 180 können ferner auf entfernt arbeitenden Vehikeln positioniert sein wie etwa auf der Vorrichtung für die Fernprüfung 116 oder auf anderen Prüfvorrichtungen und Arbeitswerkzeugen.

[0030] Wie in FIG. 2 gezeigt ist, kann ein Ausführungsbeispiel des optischen Ziels 180 eine starre Grundlage 183 enthalten, die ein Kennzeichen 181 auf mindestens einer Seite hält oder einrahmt. Auf einer umschichtigen Seite kann das Ausführungsbeispiel des optischen Ziels 180 ein Befestigungsmittel 182 enthalten, dass ein Befestigen des optischen Ziels 180 an einer Struktur oder an einem Werkzeug ermöglicht. Befestigungsmittel 182 können eine Vielfalt von Verbindungsmechanismen enthalten, die Klebe-/Haftmittel, Magnete, Clips, Haken usw. mitenthalten. Das Kennzeichen 181 kann irgendeine Struktur, Form oder irgendeinen Aufdruck aufweisen, die (bzw. der) nachweisbar/lesbar ist durch die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 in dem Ausführungsbeispiel von Prüfsystemen. Das Kennzeichen 181 kann im hohen Masse klar erkennbare Formen und Strukturen enthalten, die die Lesbarkeit in dem Ausführungsbeispiel für Prüfsysteme erhöhen. Zum Beispiel kann das Kennzeichen 181 ein schwarzes und weisses Symbol mit einem hohen Kontrast sein, wie es durch den kontrastreichen schwarzen Kreis in dem Kennzeichen 181 in FIG. 2 gezeigt ist, oder das Kennzeichen 181 kann scharfe Kanten oder eine fette, klare Beschriftung enthalten, um zum Beispiel Information durch Wörter, Zeichen oder Symbole zu übertragen.

[0031] Das Kennzeichen 181 enthält / überträgt ferner eine eindeutige Information einer Identität des optischen Ziels 180. Das Kennzeichen 181 kann zum Beispiel, wie in FIG. 2 gezeigt ist, eine kontrastreiche Füllung je eines Quadranten enthalten, die das optische Ziel 180 gemäss dem Ausmass der Füllung für jeden Quadranten identifiziert. Abwechselnd kann das Kennzeichen 181 eine Nummerierung, Beschriftung, andere Formen usw. enthalten, die es unter den mehrfachen optischen Zielen 180 hervorheben und unterscheiden. Ferner versteht es sich, dass, während die optischen Ziele 180 mit Kennzeichen 181 gezeigt sind, die Information in sichtbaren Wellenlängenbereichen übertragen, optische Ziele eine Information über eine Position, ein Merkmal und/oder eine Identität mit nicht sichtbaren Mitteln übertragen können, wie etwa mittels eines Radiofrequenzsignals oder eines elektrischen Signals, zum Beispiel, dass sie durch die Vorrichtungen für die visuelle Detektion 160 des Ausführungsbeispiels derart nachweisbar sind, dass «visuell» und «optisch» so zu verstehen sind, dass sie «wahrnehmbar» einschliessen.

[0032] Wie in FIG. 3 gezeigt- ist, sind die optischen Ziele 180 des Ausführungsbeispiels durch das gesamte Ausführungsbeispiel des Systems 100 (FIG. 1) hindurch an oder in Beziehung zu bekannten Positionen und/oder Merkmalen, die geprüft werden sollen, innerhalb der Prüfumgebungen positioniert. FIG. 3 zeigt mehrere optische Ziele 180, die um einen Strahlpendiffusor 46 herum positioniert sind. Jedes optische Ziel kann an einer festen Position derart positioniert werden, dass eine Identität eines optischen Ziels einem genauen Positionieren, einem Merkmalsort oder einem Werkzeug innerhalb der Arbeitsumgebung entspricht. Zum Beispiel kann jedes optische Ziel mit einem einzelnen Merkmal, mit einer einzelnen Komponente oder mit einem einzelnen Werkzeug wie etwa einer besonderen Halterung, Schweissnaht, Bohrung, Vorrichtung für die Fernprüfung 116 usw. derart verbunden werden, dass die Identität eines optischen Ziels die genaue Identifikation des damit verbundenen Merkmals oder des Stückes der Ausrüstung ermöglicht. Zum Beispiel kann jedes optische Ziel 180 in FIG. 3 ein Kennzeichen 181 enthalten, dass mit einer vertikalen Höhe über den Strahlpendiffusor 46 korreliert sein kann. Alternativ kann sich das Kennzeichen 181 unter den Zielen, die mit eindeutigen Merkmalen in der Umgebung verbunden sind, hervorheben und unterscheiden.

[0033] Das Ausführungsbeispiel optischer Ziele 180 kann einzeln oder in Kombination positioniert und benutzt werden, um genaue Prüfpositionen zu bestimmen. Zusätzlich zu der genauen und ausdrücklichen Position, des Merkmals und/oder der Werkzeugidentifikation für eine Reparatur oder eine andere Arbeit kann das Ausführungsbeispiel optischer Ziele 180 eine Orientierung in dem Ausführungsbeispiel des Systems 100 bereitstellen.

[0034] In dem Ausführungsbeispiel sind die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160, die Schnittstelle 154 und/oder andere externe Prozessoren/Computer (nicht gezeigt) in der Lage, die Position zu identifizieren und zu bestimmen auf der Grundlage der Detektion in einem oder mehreren Fällen des Ausführungsbeispiels der optischen Ziele 180 und der Kennzeichen 181 darauf, die eindeutig das optische Ziel identifizieren. Die Aufstellung und Position der Werkzeuge, Kameras, Merkmale, der anderen Prüfvorrichtungen usw. innerhalb des Ausführungsbeispiels des Systems 100, die unter Verwendung eines oder mehrerer optischer Ziele 180 des Ausführungsbeispiels bestimmt worden sind, werden im Einzelnen unten mit Beispielverfahren diskutiert.

[0035] FIG. 4 ist ein Flussdiagramm, das Beispielverfahren des Installierens und des Betreibens der oben diskutierten Systeme des Ausführungsbeispiels darstellt. Wie in FIG. 4 gezeigt ist, werden gemäss S100 ein oder mehrere optische Ziele innerhalb einer Prüfumgebung installiert, die eine entfernte Prüfung (Fernprüfung) erfordern wie etwa in einer kern-technischen Anlage, die einen RPV 12 (FIG. 1) enthält. Optische Ziele werden an Positionen innerhalb der Prüfumgebung und auf Prüfvorrichtungen und Werkzeugen in spezifischen bekannten Positionen installiert. Die optischen Ziele können zu jeder Zeit vor der Prüfung installiert werden, einschliesslich der Zeit während der Abschaltung einer Anlage zum Zwecke der Brennmaterialnachfüllung. Optische Ziele können installiert werden, indem die Ziele an handlichen (Lenkungs-) Stäben befestigt werden, die sich in den RPV 12 oder in andere Gebiete innerhalb einer Prüfumgebung erstrecken. Optische Ziele können eine Vielfalt von Verbindungsmechanismen enthalten, einschliesslich von Haken, Befestigungsmitteln, Klebe-/Haftmitteln, Bindegliedern usw., die fernbedienbar sind, um die optischen Ziele in einer einzigen Position innerhalb des RPV 12 oder einer anderen Prüfumgebung zu befestigen. Die Fernbediener können so die optischen Ziele mit handlichen (Lenkungs-) Stäben an genauen, unveränderlichen Orten innerhalb des RPV 12 befestigen. Zum Beispiel können die Komponenten innerhalb des RPV 12 bekannte Aperturen oder Bohrungen als fixierte Orte aufweisen, die ein optisches Ziel aufnehmen. Ähnlich können optische Ziele an fernbedienten Werkzeugen einschliesslich einer Vorrichtung für die Fernprüfung 116 durch diese Befestigungsmechanismen befestigt werden vor der Einführung des Werkzeugs oder einer anderen Vorrichtung in die Umgebung, in der gearbeitet werden soll.

[0036] Alternativ können optische Ziele mit anderen Robotern oder tauchfähigen Vorrichtungen in S100 an genauen Orten installiert werden, die ihren Kennzeichen entsprechen. Noch alternativ können optische Ziele während der Herstellung der Komponente oder der Anlage in S100 installiert werden und an fixierten Orten, die ihren Kennzeichen entsprechen, bis zur Prüfung oder durchgehend während der ganzen Prüfung bleiben. Nach Beendigung von S100 können die Prüfumgebungen wie in FIG. 3 oder 4 erscheinen, zum Beispiel mit mindestens einem Ausführungsbeispiel des optischen Ziels 180, das darin befestigt ist.

[0037] In S105 wird eine Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion, wie etwa das Ausführungsbeispiel der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160, in die unzugängliche Umgebung, wie etwa in einen RPV 12 (FIG. 1), eingeführt, um zu detektieren, zu analysieren und/oder Daten von den installierten optischen Zielen ohne direkte menschliche Gegenwart zu übertragen. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann installiert werden in, oder beweglich innerhalb, einer Position innerhalb der Sichtlinie der optischen Ziele auf den Merkmalen und den Werkzeugen von Interesse, um die optischen Ziele zu detektieren. Dies ermöglicht es, die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion in Gebieten, die einer relativ niedrigeren Strahlung ausgesetzt sind, zu positionieren, was einen Werkzeug-/Komponentenort ohne Strahlung oder ohne eine physikalische Störung oder Kontamination der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 ermöglicht. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann an einer einzigen Position oder an verschiedenen Positionen innerhalb der unzugänglichen Umgebung positioniert werden, um optische Ziele von Interesse in verschiedenen Gebieten zu detektieren, und/oder um dieselben optischen Ziele von mehreren verschiedenen günstigen Blickpunkten der Vorrichtung 160 aus zu detektieren. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann vorübergehend an einer Komponente in dem RPV 12 befestigt werden, um die Vorrichtung mit Bezug auf einen ersten Satz an optischen Zielen auf den Reaktormerkmalen und Werkzeugen zu stabilisieren. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion kann später losgelöst und zu einer anderen Reaktorkomponente oder Position bewegt werden innerhalb der Sicht eines zweiten Satzes von optischen Zielen für eine verschiedene Prüfung oder Reparatur zum Beispiel.

[0038] Wahlweise kann in S110 ein entferntes Werkzeug, wie etwa das Ausführungsbeispiel der Vorrichtung für die Fernprüfung 116, entfernt in die unzugängliche Umgebung, wie etwa in den RPV 12 (FIG. 1), eingeführt werden, um die Prüfung oder eine andere Arbeit ohne direkte menschliche Gegenwart durchzuführen. Die Vorrichtung für die Fernprüfung und die Komponenten derselben, wie etwa die Kamera (s) 118, werden gemäss den bekannten Verfahren betrieben, um Merkmale für einen Schaden oder die Einhaltung der Betriebsfunktionsweise zu prüfen. Die Vorrichtung für die Fernprüfung kann in verschiedenen Positionen innerhalb des RPV 10 positioniert werden, einschliesslich des Ringraumes 40, der beispielsweise die Strahlpumpenanordnungen 46 enthält. Die Prüfvorrichtung kann vorübergehend an einer Komponente in dem RPV 12 befestigt werden, um die Vorrichtung während einer Sichtprüfung zu stabilisieren. Die Prüfvorrichtung kann mehrfache Kameras oder andere Sensoren auf der Grundlage des Typs der benutzten Prüftechnologie betreiben, die eine Prüfung nach der Art des Ultraschalls und/oder des magnetischen Feldes enthält, zum Prüfen der äusseren Abschnitte der Zielkomponenten, und/oder sie kann eine Kamera oder einen anderen Sensor verlängern, die an einer ausziehbaren Sonde befestigt sind, wie es etwa in dem Ausführungsbeispiel der Vorrichtung für die Fernprüfung 116 gezeigt ist, für eine Einführung in eine Bohrung wie etwa die Bohrung bei der Strahlpumpenanordnung 46.

[0039] In S105 können die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion 160 des Ausführungsbeispiels von einem Bediener positioniert und gesteuert werden durch die Systemschnittstelle 154 (FIG. 1) oder durch andere Schnittstellen, um die optischen Ziele auf einem Prüf- oder Reparaturwerkzeug zu beobachten, so wie das Werkzeug in S110 bedient wird. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion kann zu bzw. an einer gewünschten Position bewegt und positioniert werden, um entfernt betrachtete Bilder von optischen Zielen oder andere Informationen für die entfernte Anzeige, den entfernten Speicher und/oder für die Fernanalyse bereitzustellen. Wenn erst einmal an einem ersten Gebiet oder einer ersten Komponente, wie etwa die Strahlpumpenanordnung 46, gearbeitet worden ist, dann kann die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion zu bzw. an einer anderen Position bewegt oder neu positioniert werden innerhalb des RPV 12 zum Beobachten

optischer Ziele in anderen Gebieten oder auf einem anderen Werkzeug, einer anderen Komponente und/oder auf einem anderen Merkmal.

[0040] In S120 wird eine Position unter Verwendung von mindestens einem optischen Ziel bestimmt durch ein Beobachten des optischen Ziels mit der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 des Ausführungsbeispiels. Die optischen Ziele, die in S120 benutzt sind, können die Ziele 180 des Ausführungsbeispiels enthalten, die in S100 angeordnet sind, oder Merkmale innerhalb der unzugänglichen Umgebung, die identifizierbar sind durch die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160, wie etwa Bohrungen, Löcher, Rohre, Verstärkungsrippen, Schweißnähte, Schrauben usw. Die in S120 bestimmte Position kann die Position einer Komponente, eines Merkmals, eines Schadens oder eines Werkzeugs innerhalb der unzugänglichen Umgebung sein. Zum Beispiel kann dann, wenn ein Schaden oder (Partikel-) Ablagerungen in S110 geprüft werden, ein optisches Ziel auf dem Prüfwerkzeug und ein optisches Ziel, das auf einem statischen Merkmal in der Nähe der (Partikel-) Ablagerungen angeordnet ist, in S120 verwendet werden, um spezifisch das Prüfwerkzeug zu lokalisieren und/oder um spezifisch die (Partikel-) Ablagerungen mit Bezug auf das Prüfwerkzeug zu lokalisieren, so dass die Reparatur/Entfernung der (Partikel-) Ablagerungen mit grosser Genauigkeit voranschreiten kann. Oder zum Beispiel kann während einer Reparatur ein optisches Ziel 180, das auf dem Reparaturwerkzeug angeordnet ist, identifiziert und benutzt werden, um die Position des Werkzeugs zu identifizieren. Oder zum Beispiel können mehrere optische Ziele, die innerhalb der Umgebung in Kombination mit dem optischen Ziel auf dem Werkzeug positioniert sind, spezifisch das Werkzeug mit Bezug auf die Komponenten, an denen gearbeitet werden soll, lokalisieren.

[0041] Mehrere Beispielverfahren sind möglich zum Bestimmen der Merkmals-/Werkzeugposition und/oder der Identität in S120 unter Verwendung der optischen Ziele 180. Zum Beispiel kann ein einziges optisches Ziel in der Nähe zu einem Merkmal von Interesse mit der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 detektiert werden. Das optische Ziel kann eindeutig identifiziert und/oder mit einer Position durch die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 verbunden werden, wobei ein Bediener die Daten von der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 aus betrachtet und ein getrennter Prozessor so ausgelegt ist, um eine Bildanalyse usw. durchzuführen. Die eindeutige Identität, die in dem Kennzeichen des (der) optischen Ziels (Ziele) 180 des Ausführungsbeispiels vermittelt bzw. übertragen wird, kann dann benutzt werden, um das Ziel in anderen Fällen oder von anderen Positionen aus zu identifizieren, um ein spezifisches Merkmal und/oder einen Ort zu bestimmen, der sich zusammen mit dem optischen Ziel, das das Kennzeichen innerhalb der unzugänglichen Umgebung aufweist, an derselben Stelle oder relativ zu diesem befindet.

[0042] In S120 können mehrfache optische Ziele verwendet werden zum Bestimmen von Positionen und zum Identifizieren von Komponenten und Werkzeugen innerhalb der unzugänglichen Umgebung. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160, der Bediener und/oder ein getrennter Prozessor können eindeutig mehrfache optische Ziele identifizieren und eine Position einer Komponente oder eines Werkzeuges davon triangulieren oder anderweitig berechnen und/oder dies in Beziehung zu den beobachteten optischen Zielen tun.

[0043] Ähnlich können in S120 mehrfache Bilder und mehrfache günstige Blickpunkte von einer Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion aus verwendet werden, um stereoskopisch die Entfernung zwischen einem oder mehreren Werkzeugen und/oder der Vorrichtung für die visuelle Detektion 160 zu bestimmen. Zum Beispiel kann die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 eindeutig ein oder mehrere optische Ziele zunächst von einem ersten günstigen Blickpunkt aus identifizieren. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann dann zu einer zweiten Position in einer Entfernung von der ersten Position in S120 bewegt werden. Die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 kann dann erneut dieselben optischen Ziele von dem neuen günstigen Blickpunkt aus identifizieren. Leicht detektierte und eindeutige Kennzeichen 181 auf den optischen Zielen 180 des Ausführungsbeispiels können mit hoher Genauigkeit eine Positionsbestimmung eines jeden optischen Ziels unter mehreren verschiedenen Bildern von mehreren verschiedenen günstigen Blickpunkten aus ermöglichen.

[0044] Dieses Neupositionieren und diese Datenerfassung können beliebig oft wiederholt werden. Unter Verwendung der Unterschiede in den Bildern von verschiedenen günstigen Blickpunkten aus kann ein Nutzer oder eine Software die dreidimensionalen Entfernung zwischen der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 und den Zielen berechnen, und somit die Position von anderen Merkmalen/Werkzeugen innerhalb der Bilder relativ zu den optischen Zielen 180. Die Bewegung der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion 160 zwischen den Bildern oder bekannte Referenzentfernung zwischen den optischen Zielen können ferner in S120 eingegeben und benutzt werden, um in keiner Relation zueinander stehende Entfernung unter den Merkmalen und/oder optischen Zielen von Interesse in S120 zu bestimmen. Daher können in S120 unter Verwendung mehrfacher Bilder von optischen Zielen, die ein Merkmal oder Werkzeug von Interesse von mehrfachen günstigen Blickpunkten aus betrachtet umgeben, genaue dreidimensionale Positionen von Merkmalen und Werkzeugen bestimmt werden, sogar dann, wenn ein optisches Ziel nicht exakt mit der Position des Merkmals oder Werkzeugs, das bestimmt werden soll, verknüpft ist.

[0045] Zum Beispiel kann, wie in FIG. 5A und 5B gezeigt ist, eine Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion zwei Bilder 1000 und 1000' innerhalb einer radiologischen Anlage erfassen, aufzeichnen oder übertragen, wobei beide Bilder die optischen Ziele 180a, 180b, und 180c enthalten, die auf verschiedenen Merkmalen in der Anlage positioniert sind. Die zwei Bilder 1000 und 1000' können an verschiedenen günstigen Blickpunkten aufgenommen worden sein; das bedeutet, dass die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion bewegt oder dass der Winkel zwischen dem Erfassen der Bilder 1000 und 1000' geändert worden ist. Weil die optischen Ziele 180a, 180b, und 180c leicht wahrnehmbare Kennzeichen enthalten, sind in Bild 1000 die Positionen der Ziele und die relativen Entfernung di, d2, und d3 zwischen jedem Ziel bestimmbar.

Ähnlich sind die neuen Entfernungen $d1'$, $d2'$, und $d3'$ in Bild 1000' bestimbar. Auf der Grundlage der Unterschiede zwischen der Positionierung der optischen Ziele und der relativen Entfernungen $d1$, $d1'$, $d2$, $d2'$, $d3$, $d3'$ kann eine neue Position der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion berechnet werden. Oder in Kenntnis des Positionswechsels der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion können die relativen dreidimensionalen Positionen der optischen Ziele 180a, 180b, und 180c und der Merkmale relativ dazu berechnet werden. Obwohl nur zwei Bilder 1000 und 1000' in FIG. 5A und 5B gezeigt sind, können mehrere weitere Bilder und relative Entfernungen und ein weiteres Positionieren der optischen Ziele 180a, 180b, 180c und zusätzliche optische Ziele in den Positionierungsverfahren verwendet werden.

[0046] In den obigen Beispielverfahren kann ein Nutzer oder eine Software, die die Verfahren implementiert, die Entfernung und die genaue Position verarbeiten und berechnen auf der Grundlage von eindeutigen optischen Zielen von einem oder mehreren Bildern von verschiedenen oder denselben günstigen Blickpunkten aus. Solche Verfahren können direkt in die Vorrichtungen für die visuelle Ferndetektion eingebunden sein und/oder sie können getrennt ausgeführt werden. Ähnlich können die Beispielverfahren die berechneten Positionsdaten direkt an eine Benutzerschnittstelle ausgeben oder die analysierten Daten in einer Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion oder anderswo speichern.

[0047] Wie in FIG. 4 gezeigt ist, kann zum Beispiel die Position der Vorrichtung für die Fernprüfung 116 oder irgendeine andere Merkmals- oder Werkzeugposition, die in S120 bestimmt worden ist, außerdem benutzt werden bei dem weiteren Betreiben (bzw. Betätigen) eines Werkzeuges in S110 für die Prüfung, die Reparatur oder für einen anderen Arbeitsvorgang. Zum Beispiel, kann die Vorrichtung für die Fernprüfung 116 bewegt oder neu positioniert werden auf der Grundlage eines bestimmten Ortes der Vorrichtung für die Fernprüfung 116 in S120. Ähnlich kann das Zoomen mit der Kamera, der (Kamera-)Schwenk, die Lichtintensität usw. angepasst werden auf der Grundlage der Position der Vorrichtung für die Fernprüfung 116. Zum Beispiel kann eine in S120 berechnete Position der Position eines bekannten Merkmals mit Schweißnähten entsprechen, die Gegenstand einer winzigen Rissbildung sind. Nach der Bestimmung der Position der Vorrichtung für die Fernprüfung in S120 relativ zu der bekannten Merkmalsposition kann eine Kamera die Merkmalsposition heranzoomen oder vergrößern, um die Schweißnaht vollständig zu prüfen, wozu eine hohe Vergrößerung für die Prüfung an der bekannten Position notwendig ist. Ähnlich kann zum Beispiel nach dem Antreffen von (Partikel-) Ablagerungen oder von Fehlern innerhalb des RPV 12 die Position einer Vorrichtung für die Fernprüfung in S120 bestimmt werden unter Verwendung optischer Ziele nahe bei und auf der Vorrichtung für die Fernprüfung, um so den Ort der angetroffenen (Partikel-) Ablagerungen oder Fehler durch S120 zu bestimmen. Oder zum Beispiel kann die in S120 berechnete Position korreliert sein mit Positions- oder Zustandsdaten von vorherigen Prüfungen, um den fortschreitenden Verlauf des Schadens/der (Partikel-)Ablagerungen/des Arbeitsvorganges oder die Veränderungen mit der Zeit an einem konstanten Ort zu verfolgen.

[0048] Nach der Vollendung der Arbeitsvorgänge, wie etwa eine Reparatur, Prüfung, Installation usw., und nach der Ortsbestimmung in S120 können die in S100 angeordneten optischen Ziele in S130 entfernt werden. Die optischen Ziele können in der derselben Art und Weise entfernt werden wie sie angeordnet worden sind, wobei die Bediener für jedes optische Ziel an bekannten Orten verantwortlich sind. Es versteht sich, dass Bediener, die optische Ziele in S130 entfernen, verschieden sein können von denjenigen Bedienern, die die Ziele in S100 aufstellen, und ein Verzeichnis eines jeden optischen Ziels kann unter den Partnern aufbewahrt werden, so dass jedes optische Ziel identifiziert und in S130 nachgewiesen werden kann. Ähnlich versteht es sich, dass verschiedene Partner jede Handlung S100, S105, S110, S120, und/oder S130 in mehreren verschiedenen oder unterbrochenen Zeitrahmen ausführen können. Insofern können Informationen, die die optischen Ziele betreffen einschließlich der Informationen über Kennzeichen und über die entsprechenden Orte, unter mehrfachen Partnern durch mehrfache Prüfungen aufbewahrt werden.

[0049] Bei den so beschriebenen Ausführungsbeispielen wird ein Fachmann verstehen, dass die Ausführungsbeispiele durch ein routinemässiges Experimentieren und ohne eine weitere erfinderische Aktivität variiert werden können. Variationen sind nicht als Abweichungen von dem Geist und Umfang der Ausführungsbeispiele zu betrachten, und alle solche Modifikationen, wie sie einem Fachmann offensichtlich erscheinen werden, sollen innerhalb des Umfangs der folgenden Ansprüche mitenthalten sein.

Bezugszeichenliste

[0050]

- 12 Reaktordruckbehälter
- 28 Behälterboden
- 30 Seitenwand
- 32 oberer Flansch
- 34 (Kern-)Mantel
- 36 Reaktorkern
- 38 (Kern-)Mantelträger

40 Ringraum
42 Pumpendeck
44 kreisförmige Öffnungen
46 Strahlpumpendiffusor(en)
52 Arbeitsbrücke zur Brennmaterialnachfüllung
100 Ausführungsbeispiel eines Systems
116 Vorrichtungen für eine Fernprüfung
118 Prüfkamera(s)
119 Übertragungsanlage
120 Beleuchtungsvorrichtung
122 Prüfsonde
154 Benutzerschnittstelle zur Steuerung
160 Vorrichtung für eine visuelle Ferndetektion
162 Beleuchtungsvorrichtung
180 optisches Ziel (optische Ziele)
181 Kennzeichen
182 Befestigungsmittel
S100 Positioniere optische Ziele
S105 Installiere/betreibe die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion
S110 Betätige das entfernte Werkzeug
S120 Bestimme die Position
S130 Entferne die optischen Ziele

Patentansprüche

1. Photogrammetrisches System (100) zum Prüfen eines Kernreaktors, wobei das System umfasst:
eine Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160), die so ausgelegt ist, dass sie innerhalb des Kernreaktors positioniert werden kann, wobei die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160) so ausgelegt ist, dass sie mehrere Bilder des Kernreaktors erfassen kann, wobei ein jedes von der Mehrzahl der Bilder einen eindeutigen günstigen Blickpunkt aufweist;
mindestens ein optisches Ziel (180), das innerhalb des Kernreaktors positioniert ist, wobei das optische Ziel (180) eindeutig identifizierbar ist durch die Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160); und
einen Prozessor, der so ausgelegt ist, dass er das optische Ziel in der Mehrzahl der Bilder identifizieren und eine Position auf der Grundlage der Unterschiede zwischen dem optischen Ziel (180) in der Mehrzahl der Bilder bestimmen kann, wobei die Position mindestens eine von einer Position der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160), des optischen Ziels (180) und eines Merkmals innerhalb der Mehrzahl der Bilder ist.
2. System (100) nach Anspruch 1, wobei das optische Ziel (180) ein Kennzeichen (181) enthält, das eindeutig das optische Ziel (180) identifiziert, und wobei das Kennzeichen kontrastreiche Merkmale enthält, die die Identifikation des Kennzeichens (181) von mehreren verschiedenen günstigen Blickpunkten aus ermöglichen.
3. System (100) nach Anspruch 1, ferner umfassend:
eine Benutzerschnittstelle (154), die kommunikativ mit der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160) verbunden ist, wobei die Benutzerschnittstelle (154) so ausgelegt ist, dass sie Bedienerbefehle für das Betreiben der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160) empfangen kann.

4. System (100) nach Anspruch 1, wobei das mindestens eine optische Ziel (180) mehrere optische Ziele (180) enthält, und wobei der Prozessor so ausgelegt ist, dass er die Position bestimmen kann weiterhin auf der Grundlage von Unterschieden zwischen der Mehrzahl der optischen Ziele (180) in der Mehrzahl der Bilder.
5. System (100) nach Anspruch 4, wobei der Prozessor so ausgelegt ist, dass er die Position bestimmen kann weiterhin auf der Grundlage der Eingabe einer Bezugsentfernung zwischen mindestens zwei von der Mehrzahl der optischen Ziele (180).
6. Verfahren zum Prüfen unzugänglicher Umgebungen einer radiologischen Anlage, wobei das Verfahren umfasst:
ein Positionieren (S100) mehrerer optischer Ziele (180) in der radiologische Anlage, wobei die optischen Ziele (180) ein wahrnehmbares Kennzeichen (181) enthalten einschliesslich der Information einer Identität eines damit verbundenen optischen Ziels (180).
7. Verfahren nach Anspruch 6, ferner umfassend:
das Betreiben (S110) eines fernbedienbaren Werkzeugs (116) innerhalb der radiologischen Anlage, wobei das Betreiben ein Detektieren physikalischer Parameter der radiologischen Anlage zur Bestimmung eines Betriebszustandes der radiologischen Anlage enthält; und
das Erfassen (S105) mehrerer Bilder von verschiedenen günstigen Blickpunkten innerhalb der radiologischen Anlage aus, wobei die Mehrzahl der Bilder mindestens eines der optischen Ziele (180) enthält, wobei das Erfassen mit einer Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160) getrennt von dem fernbedienbaren Werkzeug (116) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, ferner umfassend:
das Identifizieren (S105) des mindestens einen optischen Ziels (180) in der Mehrzahl der Bilder; und
das Bestimmen (S120) einer Position auf der Grundlage von Unterschieden zwischen dem optischen Ziel (180) in der Mehrzahl der Bilder, wobei die Position mindestens eine von einer Position der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160), des optischen Ziels (180) und eines Merkmals innerhalb der radiologischen Anlage ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Betreiben (S110) des fernbedienbaren Werkzeugs auf der Grundlage der bestimmten Position durchgeführt wird.
10. Verfahren zum Prüfen unzugänglicher Umgebungen einer radiologischen Anlage, wobei das Verfahren umfasst:
das Betreiben (S105) einer Vorrichtung für die visuelle Detektion (160), um mehrere Bilder von mehreren optischen Zielen (180) zu erfassen, die in der radiologische Anlage positioniert sind, wobei die optischen Ziele (180) eindeutig identifizierbar sind durch die Vorrichtung für die visuelle Detektion (160), wobei die Mehrzahl der Bilder verschiedene günstige Blickpunkte der radiologischen Anlage enthalten; und
das Bestimmen (S120) einer Position auf der Grundlage von Unterschieden zwischen dem optischen Ziel (180) in der Mehrzahl der Bilder, wobei die Position mindestens eine von einer Position der Vorrichtung für die visuelle Ferndetektion (160), des optischen Ziels (180) und eines Merkmals innerhalb der radiologischen Anlage ist.

FIG. 1

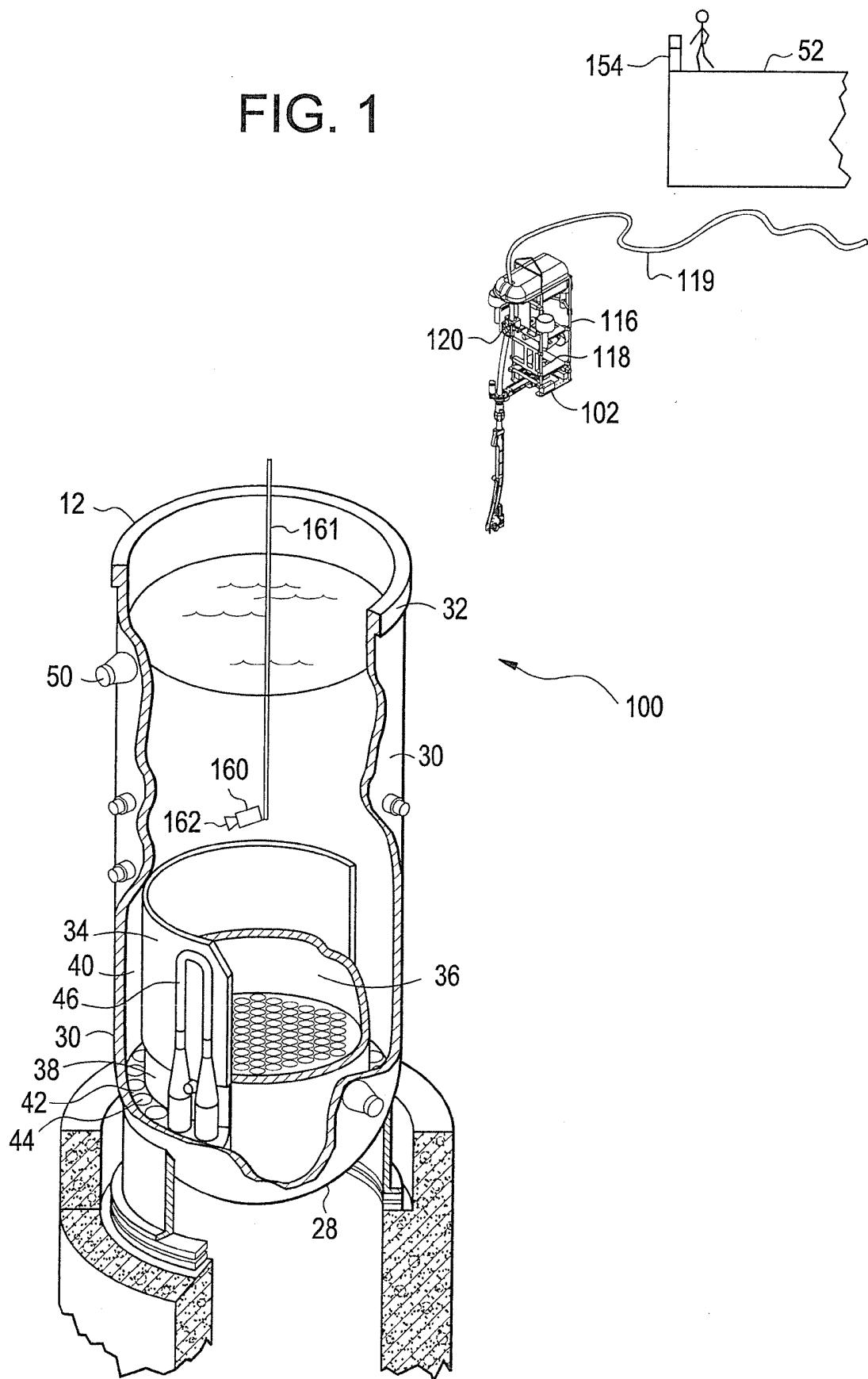


FIG. 2

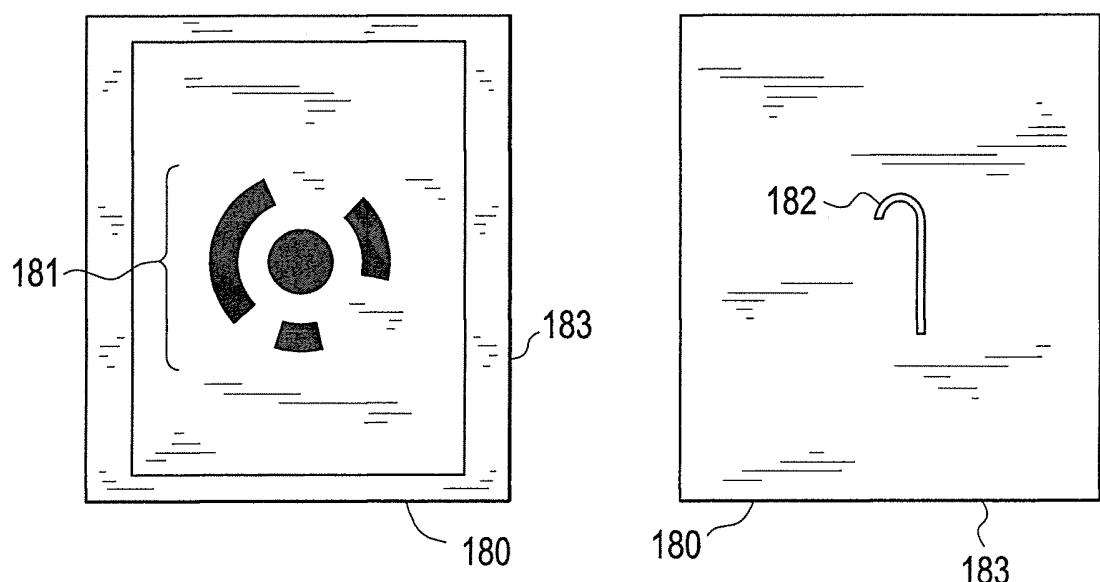


FIG. 3

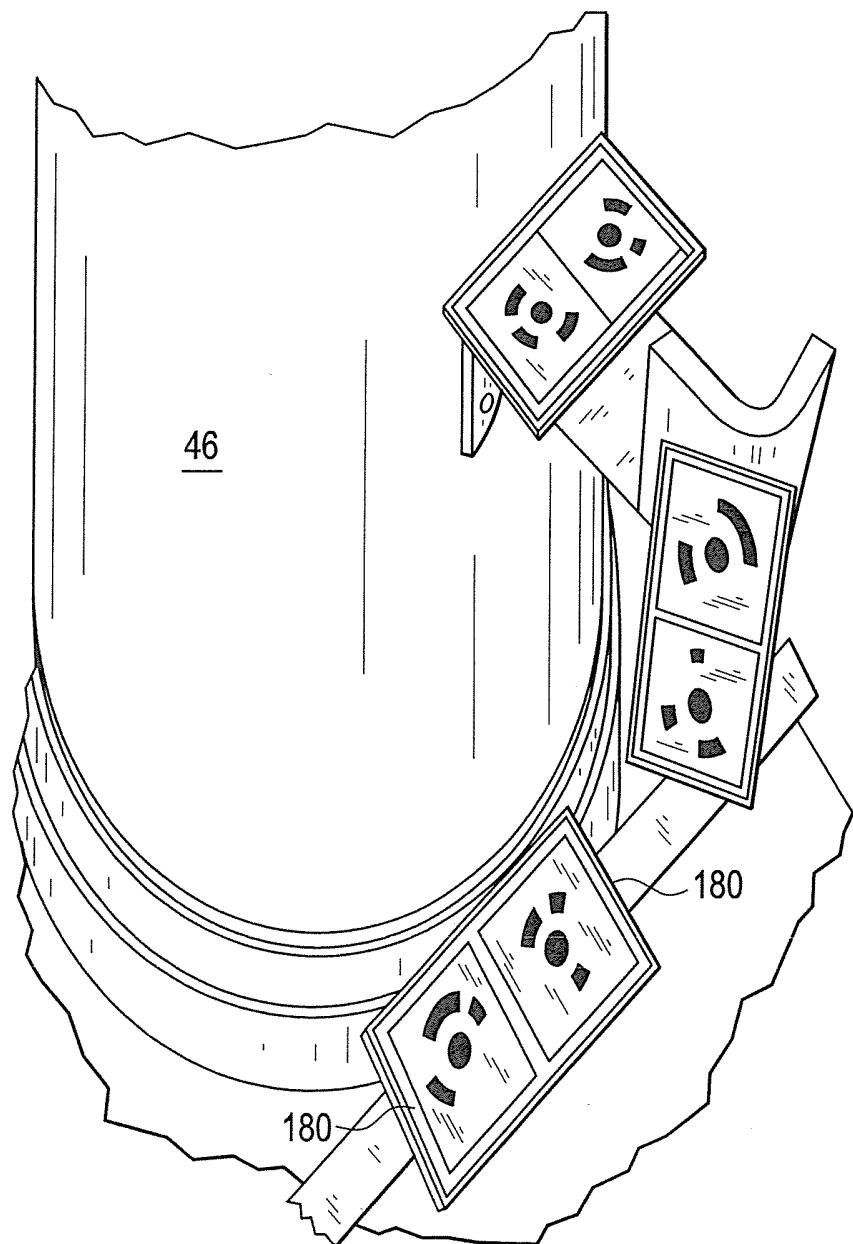


FIG. 4

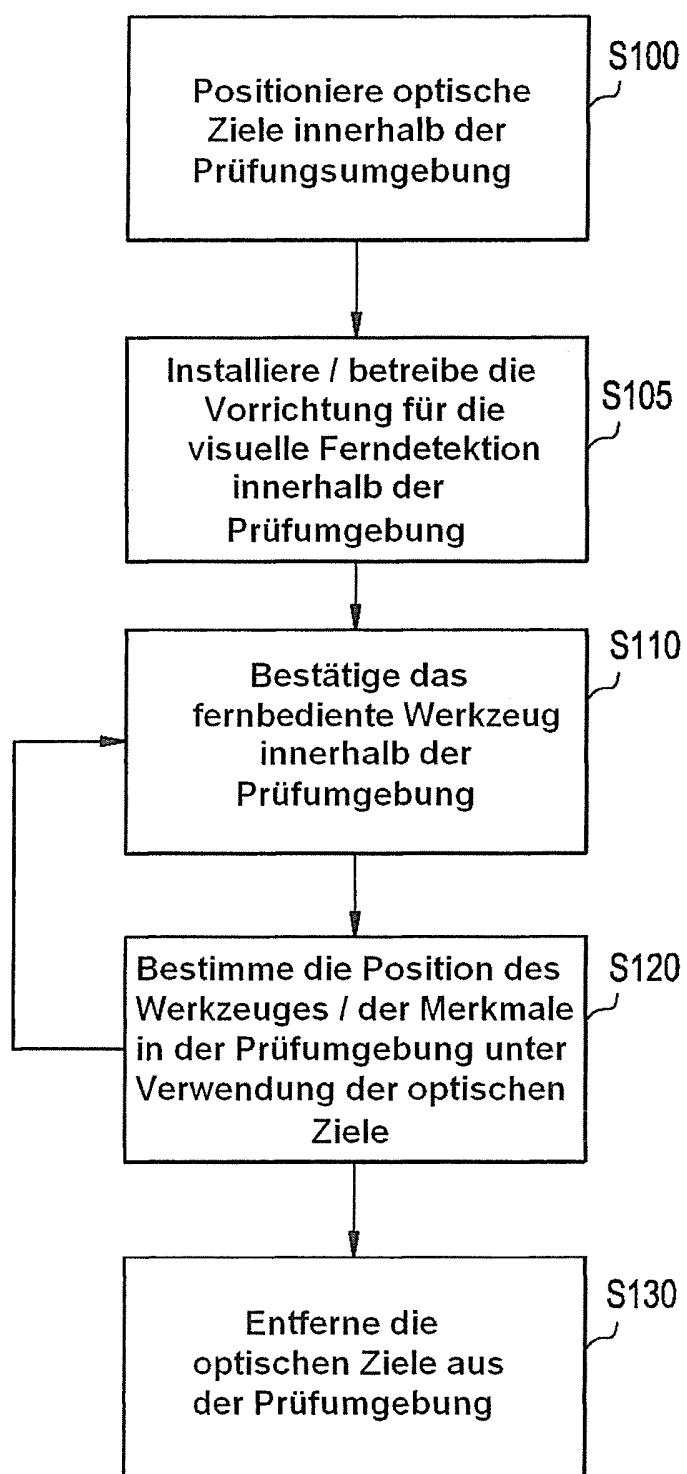


FIG. 5B

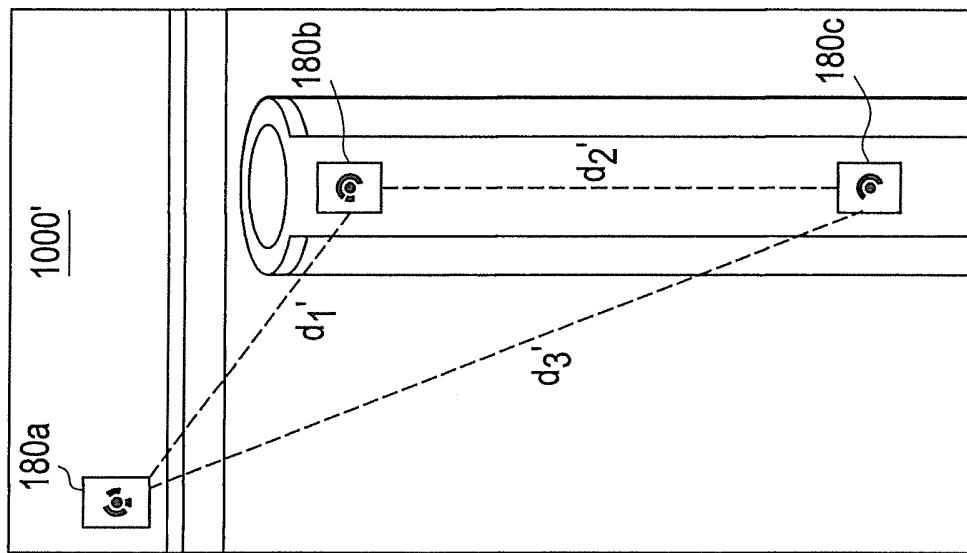


FIG. 5A

