



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 00 575 T2 2004.06.24**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 134 641 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 00 575.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 104 511.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.09.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.08.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.06.2004**

(51) Int Cl.7: **G05D 3/00**  
**H01L 21/00**

(30) Unionspriorität:

**527092 16.03.2000 US**

(73) Patentinhaber:

**Applied Materials, Inc., Santa Clara, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Kahler, Käck & Mollekopf, 86899 Landsberg**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**BE, DE, GB, IE, NL**

(72) Erfinder:

**Nulman, Jaim, Palo Alto, California 94306, US;**  
**Sidi, Nissim, Tel Aviv 65132, IL**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Speichern und Bewegen einer Kassette**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## FACHGEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf die Substratbearbeitung, insbesondere auf eine Vorrichtung zum Lagern und Bewegen von Substratkassetten.

## DER ERFINDUNG ZUGRUNDELIEGENDER ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Die Halbleitervorrichtungen werden an Substraten gefertigt, wie z. B. Silikon-Wafern oder Glasplatten für den Gebrauch bei Computern, Monitoren oder ähnlichem. Diese Vorrichtungen werden durch eine Reihe von Herstellungsschritten gefertigt, wie z. B. Dünnschichtabscheidung, Oxidation, Nitrierung, Ätzen, Polieren und thermische und lithographische Bearbeitung. Obwohl mehrere Herstellungsschritte in einer einzigen Bearbeitungsstation durchgeführt werden können, müssen die Substrate zumindest bei einigen Herstellungsschritten zwischen verschiedenen Bearbeitungsstationen transportiert werden. Zusätzlich können Zufalls-Substrate in einem speziellen Stapel unter Verwendung messtechnischer Vorrichtungen, die zusätzliche Stationen erfordern, getestet werden. Substrate werden für den Transport zwischen Bearbeitungsstationen, Messtechnikstationen und anderen Standorten in Kassetten aufbewahrt. Obwohl die Kassetten manuell zwischen den Bearbeitungsstationen getragen werden können, ist der Kassettentransfer typischerweise automatisiert. Z. B. kann eine Kasette zu einer Bearbeitungsstation in einem automatisch geführtem Fahrzeug (AGV) transportiert werden, und dann durch einen Roboter vom AGV auf eine Ladeplattform bei einer Bearbeitungsstation geladen werden. Ein weiterer Roboter kann ein Substrat aus der Kasette entnehmen und es dann in eine Bearbeitungskammer bei der Bearbeitungsstation transportieren. Wenn die Herstellungsschritte durchgeführt sind, wird das Substrat zurück in die Kasette geladen. Nachdem alle Substrate bearbeitet und zur Kasette zurückgeführt wurden, wird die Kasette aus der Ladeplattform entnommen und durch das AGV zu einem anderen Ort transportiert.

[0003] Um sicherzustellen, dass die Bearbeitungseinrichtung nicht stillsteht, sollte eine nahezu kontinuierliche Zufuhr unbearbeiteter Substrate an der Bearbeitungsstation vorhanden sein. Leider können viele Bearbeitungsstationen nur eine einzelne Kasette an der Ladeplattform halten. Deshalb muss die Kasette, nachdem alle Substrate in der Kasette bearbeitet wurden, schnell durch eine neue, unbearbeitete Substrate enthaltende Kasette entweder manuell oder durch ein AGV ersetzt werden. Das Betreiben eines derartigen Just-In-Time-Kassetten-Vorrats-Systems erfordert entweder eine beträchtliche Übersicht des Operators oder eine große Anzahl von AGVs, was wiederum die Kosten der Herstellungseinrichtung er-

höht.

[0004] WO 99/54921 offenbart einen automatisierten Waferpuffer einer Wafer-Bearbeitungseinrichtung zum Aufbewahren von Waferkassetten auf einer Vielzahl von Lagerregalen. Zwei horizontal angeordnete Transportstationen sind vorgesehen, die durch Türen jeweils durch einen Roboter zugänglich sind, um Wafer auf und von einer Waferkasette zu laden, die in der Transportstation angeordnet ist. Die Lagerregale sind in Spalten und Reihen über den Transportstationen angeordnet und die Waferkassetten werden zwischen den Lagerregalen und den Transportstationen mittels eines Kassetten-Transport-Mechanismus transportiert.

[0005] US 5,980,183 schlägt ein Zwischenraum-Puffer-System vor, das eine untere Reihe von horizontal angeordneten I/O-Öffnungen zum Transport von Wafern zwischen Bearbeitungsstandorten und an I/O-Öffnungen angeordneten Waferkassetten aufweist. Die Waferkassetten werden zwischen den I/O-Öffnungen und den Lagerregalen mittels eines Shuttles transportiert.

[0006] WO 99/60614 A1 offenbart ebenfalls eine Wafer-Puffer-Station, die horizontal angeordnete Pod-Ladevorrichtungen aufweist, von denen die Wafer mittels Roboter hin zu und weg von den Bearbeitungsstationen transportiert werden. Einzelne Wafer werden zwischen fest zugeordneten Pod-Ladevorrichtungen einer ersten und einer zweiten Bearbeitungsstation mittels eines zusätzlichen Roboters transportiert.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Lagern von Kassetten, eine Halbleiter-Bearbeitungsstation mit einer derartigen Vorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer Bearbeitungsstation, die eine schnelle Substratkassetten-Zufuhr in einer kompakten Anordnung ermöglicht, vorzusehen.

[0008] Die vorliegende Erfindung ist den Ansprüchen 1, 16 bzw. 17 definiert. Spezielle Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den untergeordneten Ansprüchen dargelegt.

[0009] Gemäß Anspruch 1 ist eine Vorrichtung vorgesehen, die eine Vielzahl vertikal angeordneter Ankoppelstationen und mehrere Kassetten-Lagerstationen umfasst. Die vorliegende Erfindung sieht ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lagern mehrerer Kassetten an einer Bearbeitungsstation vor, unter Sicherstellung, dass eine nahezu kontinuierliche Zufuhr unbearbeiteter Substrate zur Bearbeitung vorhanden ist und dass die Bearbeitungseinrichtung nicht stillsteht. Es können mehrere Kassetten bei einer Bearbeitungsstation an einem eingangsseitigen Tragrahmen gelagert werden und eine Kasette kann zu einer aus einer Vielzahl von vertikal angeordneten Ankoppelstationen bewegt werden, wo die Substrate entnommen und zur Bearbeitungseinrichtung transportiert werden. Ein Automationssystem wird am Rahmen angebracht bzw. angeordnet, um Kassetten zwischen Ankoppelstationen oder zwischen Bearbei-

tungsstationen zu transportieren. Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung können die Kassetten zwischen verschiedenen Bearbeitungsstationen ohne Verwendung eines AGV's transportiert werden.

[0010] Eine automatisierte Transporteinrichtung ist vorzugsweise neben den Ankoppelstationen und Lagerstationen angeordnet, um die Kassetten zwischen den Lagerstationen und Ankoppelstationen zu bewegen. Zusätzlich kann eine automatisierte Transporteinrichtung zwischen den Bearbeitungsstationen angeordnet werden, um Kassetten ohne die Notwendigkeit von manueller oder AGV-Unterstützung zwischen den Bearbeitungsstationen zu transportieren. Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren für die kontinuierliche Zufuhr eines Bearbeitungssystems mit Kassetten vorgesehen. Das Verfahren umfasst vorzugsweise das Vorsehen einer Vielzahl vertikal angeordneter Ankoppelstationen und zahlreicher Lagerstationen und das Bewegen von Kassetten zwischen den Lagerstationen und den Transportstationen, um sicherzustellen, dass die Substrate kontinuierlich dem Bearbeitungssystem zugeführt werden. Zusätzlich ist ein Verfahren für den Transport von Kassetten zwischen den Bearbeitungsstationen vorgesehen, um die Bearbeitungssequenz ohne die Notwendigkeit von manueller oder AGV-Unterstützung fortzuführen.

[0011] Andere Aufgaben, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch die folgende detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele, den angehängten Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0012] **Fig. 1** ist eine schematische Draufsicht einer Bearbeitungsstation gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0013] **Fig. 2** ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Kassette zum Halten von Substraten;

[0014] **Fig. 3** ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Kassettenlagers gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0015] **Fig. 4A** ist eine schematische Vorderansicht des Kassettenlagers aus **Fig. 3**;

[0016] **Fig. 4B** ist eine schematische Vorderansicht des Kassettenlagers aus **Fig. 4A** mit einer Vielzahl von Kassetten;

[0017] **Fig. 5A** ist eine schematische Seitenansicht des Kassettenlagers aus **Fig. 3**;

[0018] **Fig. 5B** ist eine schematische Seitenansicht des Kassettenlagers aus **Fig. 3A** mit einer Vielzahl von Kassetten;

[0019] **Fig. 6** ist eine schematische Draufsicht eines Endwirkelements, das über einer Ankoppelstation angeordnet ist;

[0020] **Fig. 7A, 7B und 7C** sind perspektivische Ansichten, die veranschaulichen, wie das Endwirkelement aus **Fig. 6** eine Kassette hebt und bewegt;

[0021] **Fig. 8A und 8B** sind schematische Vorderan-

sichten des Kassettenlagers aus **Fig. 3**, die den Weg des Endwirkelements aus **Fig. 6** beim Bewegen einer Kassette zwischen einer Ladeplattform und einer Kassettenankoppelplattform veranschaulichen;

[0022] **Fig. 9** ist eine perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Kassettenlagers, das eine Vielzahl vertikal angeordneter Ankoppelstationen aufweist;

[0023] **Fig. 10** ist eine schematische Seitenansicht des Kassettenlagers aus **Fig. 9**;

[0024] **Fig. 11** ist eine schematische Seitenansicht des Kassettenlagers aus **Fig. 9** mit einer Vielzahl von Kassetten;

[0025] **Fig. 12** ist eine schematische Vorderansicht von zwei Lade- und Ankoppelstationen, die durch einen Zwischenstation-Transport-Mechanismus verbunden sind;

[0026] **Fig. 13** ist eine schematische Vorderansicht eines Kassettenlagers, das ein einziges Paar vertikal angeordneter Ankoppelstationen aufweist; und

[0027] **Fig. 14** ist eine vereinfachte schematische Seitenansicht eines Kassettenlagers, das ein einziges Paar vertikal angeordneter Ankoppelstationen aufweist, deren Türen sich in entgegengesetzte Richtungen öffnen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0028] In der folgenden Beschreibung deckt der Begriff 'Substrat' allgemein jedes Objekt ab, das in einem Halbleitervorrichtungsbearbeitungssystem bearbeitet wird. Der Begriff 'Substrat' umfasst z. B. Halbleiter-Wafer, Flachbildschirme, Glasplatten oder -scheiben, und Plastikwerkstücke.

[0029] **Fig. 1** ist eine Draufsicht einer Bearbeitungsstation **20** der vorliegenden Erfindung, in der ein oder mehrere Substrate **10** bearbeitet werden. Die Bearbeitungsstation **20** weist einen zugangsseitigen Plattformbereich **22** auf, der durch eine Reinraumwand **26** von einem Lade- und Lagerbereich **24** getrennt ist. Die Reinraumwand **26** trennt einen Reinraum **28**, an dem Lade- und Lagerbereich angeordnet ist, von einer Grauzone **30**, in der ein Bearbeitungssystem **32** untergebracht ist. Der Lade- und Lagerbereich **24** befindet sich dort, wo die Substratkassetten abgeliefert und in die/aus der Bearbeitungsstation **20** hineingeladen/herausgeladen werden. Das Bearbeitungssystem **32** kann ein oder mehr Ladeverschlusskammern **34**, eine zentrale Transportkammer **36** und eine Vielzahl von Bearbeitungskammern **38** umfassen. Innerhalb der Bearbeitungskammern **38** kann das Substrat einer Vielzahl von Herstellungsschritten unterzogen werden, wie z. B. Dünnschichtabscheidung, Oxidation, Nitrierung, Ätzen, thermische Bearbeitung oder lithographische Bearbeitung. Das in **Fig. 1** veranschaulichte Bearbeitungssystem und der Plattformbereich sind nur symbolisch. Das Bearbeitungssystem könnte nur eine einzige Bearbeitungskammer aufweisen, oder es könnte eine Vorrichtung sein, die

keine Bearbeitungskammern umfasst, wie z. B. ein chemisch-mechanischer Polierer. Außerdem könnte das Bearbeitungssystem anstatt von oder zusätzlich zu den Bearbeitungsvorrichtungen messtechnische Vorrichtungen umfassen.

[0030] Bezugnehmend auf **Fig. 1** und **2**, werden ein oder mehr Substrate **10** in einer Kassette **100** zum Lade- und Lagerbereich **24** der Bearbeitungsstation gebracht. Die Substrate **10** werden in der Kassette **100** bei einer generell parallelen und horizontalen Konfiguration durch Einschubrillen **102** gehalten. Die Substrate können durch eine Eingangsöffnung **103**, die sich an einer generell flachen Vorderseite der Kassette befindet, hineingeladen oder aus der Kassette **100** herausgeladen werden. Eine abnehmbare Kassettentür **104** kann an der Eingangsöffnung **103** befestigt werden, um zu verhindern, dass die Substrate Verunreinigungssubstanzen ausgesetzt werden, wenn die Kassette zwischen Bearbeitungsstationen bewegt wird oder außerhalb einer Bearbeitungsstation gelagert wird. Jede Kassette umfasst auch drei zylinderförmige an einer Unterseite **110** der Kassette angeordnete Kerben **108** (nur zwei davon sind in **Fig. 2** sichtbar und durchsichtig dargestellt). Wenn die Kassette **100** an der Bearbeitungsstation gelagert wird, passen die drei Haltezapfen in die Kerben **108**, um die Kassetten zu halten. Zwei von den Seitenwänden **114** abstehende Griffe **112** (nur einer ist in dieser perspektivischen Ansicht gezeigt) können zum manuellen Tragen der Kassetten verwendet werden. Ein generell rechteckiger Flansch **116**, der einen L-förmigen Querschnitt aufweist, steht von der Oberseite **118** der Kassette ab. Wie später erläutert, kann eine Roboter-Kassetten-Bewegungsvorrichtung die Kassette an der Bearbeitungsstation mittels des Flanschs **116** handhaben.

[0031] Bezugnehmend auf **Fig. 1–5B** umfasst der Lade- und Lagerbereich **24** der Bearbeitungsstation **20** eine Kassetten-Ladeplattform **52**, zwei an beiden Seiten der Ladeplattform **52** angeordnete Kassetten-Substrat-Transport- oder Ankoppelstationen **40** und ein Kassettenlager oder Lagerstationen **50** (nur teilweise in **Fig. 1** veranschaulicht, damit die Ankoppelstationen **40** sichtbar sind) zum Lagern von Kassetten an der Bearbeitungsstation und zum Bewegen der Kassetten hin zu und weg von der Ladeplattform **52** und den Ankoppelstationen **40**.

[0032] Eine Kassette **100** kann entweder manuell oder durch ein AGV an der Ladeplattform **52** platziert oder von dort entfernt werden. von der Ladeplattform **52** kann die Kassette **100** zu einer der Ankoppelstationen **40** oder in das Kassettenlager **50** bewegt werden. Die Ladeplattform **52** weist generell die gleiche Umfangsform wie eine Kassette auf. Drei Haltezapfen **54** (nur zwei sind in der Seitenansicht von **Fig. 5A** gezeigt) stehen vertikal von der Ladeplattform **52** ab, um in die Kerben **108** an der Unterseite der Kassette **100** einzugreifen und demgemäß die Kassette an der Ladeplattform **52** zu befestigen.

[0033] Um Substrate durch die Reinraumwand **26**

zu transportieren, können die Kassetten **100** (in **Fig. 1** durchsichtig dargestellt) an einer oder beiden Ankoppelstationen **40** positioniert sein. Jede Ankoppelstation **40** umfasst eine Ankoppelplattform **42** zum Halten einer Kassette, eine durch die Reinraumwand **26** ausgebildete Öffnung **46**, eine bewegliche Tür **44**, die die Öffnung **46** verschließt, wenn ein Substrat nicht durch die Öffnung **46** transportiert werden soll oder wenn eine Kassette nicht an der Ankoppelplattform **42** angeordnet ist, und einen Mechanismus zum Entriegeln der Kassettentür **104** und zum Zurückziehen der Tür **104** in den zugangsseitigen Plattformbereich **22**, um einen horizontalen Zugang zu den innerhalb der Kassette gelagerten Substraten vorzusehen. Beispielsweise kann die bewegliche Tür **44** als 'Aufnahmeeinrichtung' agieren und die Kassettentür **104** einer Kassette aufnehmen, und sich dann unter die Öffnung **46** bewegen (die Kassettentür **104** tragend), um einen horizontalen Zugang durch die Öffnung **46** zu den innerhalb der Kassette gelagerten Substraten zu ermöglichen. Eine Beschreibung der bevorzugten Konfiguration und des Betriebs der Ankoppelstation **40** kann man im US-Patent mit der Anmeldenummer 09/012,323 und dem Titel 'A Wafer Cassette Load Station' finden, das am 23. Januar 1998 von Eric A. Nering et al. eingereicht wurde und dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Erfindung übertragen wurde, wobei dessen gesamte Offenbarung hier durch Bezugnahme miteinbezogen ist.

[0034] Das Kassettenlager **50** umfasst einen Rahmen **60**, der ein oder mehr Lagerregale **58** trägt (in **Fig. 4A** gezeigt und nicht in **Fig. 1** veranschaulicht, so dass die Ankoppelstationen gezeigt werden können), und eine Roboter-Kassetten-Bewegungsvorrichtung **56**, um die Kassetten zwischen dem Lagerregal **58**, der Ladeplattform **52** und den Ankoppelplattformen **42** zu bewegen. Der Rahmen **60** kann an den Boden des Reinraums **28** geschraubt und/oder an der Reinraumwand **26** befestigt sein. Der Rahmen **60** ist zumindest teilweise unter den Ankoppelplattformen **42** und Ladeplattformen **52** angeordnet, so dass die Grundfläche der Bearbeitungsstation **20** minimal erhöht ist, wenn überhaupt.

[0035] Das Lagerregal **58** kann eine vertikale Spalte von Tragregalen **62** über jeder der zwei Ankoppelstationen **40** umfassen. Jede Spalte kann beispielsweise ein, zwei, drei oder mehr individuelle Tragregale **62** umfassen. Demgemäß sieht das in den **Fig. 3–5B** gezeigte Lagerregal **58** Lagerraum für sechs Kassetten **100** in den Tragregalen **62a–62h** vor (siehe **Fig. 4B**). Jedes Tragregal, wie das Tragregal **62a**, kann eine horizontal ausgerichtete Platte sein, die im Wesentlichen die gleiche Umfangsform wie die Kassette **100** aufweist. Drei Haltezapfen **64** (nur zwei sind in der Seitenansicht von **Fig. 5A** gezeigt) stehen vertikal vom Tragregal **62** ab und sind so angeordnet, dass sie in die Aufnahmekerben **108** an der Unterseite der Kassette **100** eingreifen. Zwei vertikale Pfosten **66** können verwendet werden, um die Außenkante jedes Tragregals **62a–62h** am Rahmen **60** zu befesti-

gen. Zusätzlich können die Tragregale **62** an der Reinraumwand für zusätzlichen Halt befestigt sein.

[0036] Die Roboter-Kassetten-Bewegungsvorrichtung **56** wird verwendet, um die Kassetten **100** zwischen den Lagerregalen **62**, der Ladeplattform **52** und den Ankoppelplattformen **42** zu bewegen. Die Roboter-Kassetten-Bewegungsvorrichtung **56** umfasst ein vertikal bewegliches Endwirkelement **75**, das an einer horizontal beweglichen Stützstrebe **74** befestigt ist. Die Stützstrebe **74** ermöglicht beliebig horizontale Bewegung des Endwirkelements **72** in einer Ebene parallel zur Reinraumwand **26**. Das untere Ende der Stützstrebe **74** kann an einem lateralen Gleitelement **76** befestigt sein, das sich horizontal entlang einer horizontalen Führung **78** bewegen kann, die am Rahmen **60** angebracht oder als Teil dessen ausgebildet ist. Das laterale Gleitelement **76** kann durch eine horizontale Gewindespindel **80**, die durch einen Horizontalantriebsmotor **82** gedreht wird, von einer Seite zur anderen Seite gefahren werden. Der Horizontalantriebsmotor **82** kann am Rahmen **60** befestigt sein. Auf ähnliche Weise kann das Endwirkelement **72** an ein vertikales Gleitelement **84** (Fig. 4B) befestigt sein, das vertikal entlang einer vertikalen Führung **86** (Fig. 5B) gleiten kann, die an die Stützstrebe **74** angebracht oder als Teil dieser ausgebildet ist. Das vertikale Gleitelement **84** kann durch eine Vertikal-Gewindespindel **87** (durchsichtig in Fig. 4A–5B dargestellt), die durch einen Vertikal-antriebsmotor **88** gedreht wird, auf und ab gefahren werden. Der Vertikal-antriebsmotor kann durch ein laterales Gleitelement **76** gehalten werden. Der Horizontalantriebsmotor **82** und der Vertikal-antriebsmotor **88** können an ein (nicht gezeigtes) Steuersystem angeschlossen werden, wie z. B. ein programmierbarer digitaler Rechner, um die vertikale und horizontale Bewegung des Endwirkelements **72** zu steuern. Die Aktuatoren, die die Bewegung des Endwirkelements **72** antreiben, können Schrittschaltmotoren, pneumatische Aktuatoren und andere bekannte Vorrichtungen umfassen, um eine Bewegung auf steuerbare Weise zu übertragen. Zusätzlich können eine Riehmen-Antriebseinrichtung oder andere bekannte Mechanismen verwendet werden, um die Gleitelemente sowohl vertikal als auch horizontal anzutreiben.

[0037] Bezugnehmend auf Fig. 6–7A steht das Endwirkelement **72** horizontal von der Stützstrebe **74** in Richtung Reinraumwand **26** ab. Das Endwirkelement **72** umfasst ein generell flaches, hakenförmiges Greifelement **90**, das einen rechteckigen auf der Seite des Endwirkelements **72** offenen Zwischenraum **92** definiert. Das Endwirkelement **72** ist so angepasst, dass es einen Teil einer Kassette **100** durch die Verwendung des offenen Endes des Endwirkelements **72** ergreift. Um die Kassette **100** zu transportieren, ist das Endwirkelement **72** vertikal zwischen Flansch **116** und Oberseite **118** der Kassette **100** angeordnet. Bezugnehmend auf Fig. 7B wird das Endwirkelement **72** lateral bewegt, so dass ein Sockel **117** des Flanschs **116** in den Zwischenraum **92** passt.

Schließlich, bezugnehmend auf Fig. 7C, wird das Endwirkelement **72** vertikal nach oben bewegt, so dass der Innenrand **94** des Endwirkelements **72** eine Unterseite **119** des Flanschs **116** berührt, um die Kassette **100** zu heben. Das Endwirkelement **72** kann dann lateral bewegt werden, um die Kassette zu einem weiteren Tragregal **62** oder zur Ladeplattform **52** oder zu einer Ankoppelplattform **42** zu tragen.

[0038] Bezugnehmend auf die Fig. 7A–8A kann eine Kassette **100** von der Ladeplattform **52** zu einem Tragregal transportiert werden, wie z. B. Tragregal **62c**. Wenn die Stützstrebe **74** an der Seite der Ladeplattform **52** angeordnet ist, wird eine Kassette **100** entweder manuell oder durch ein AGV auf die Ladeplattform **52** geladen. Um die Kassette **100** von der Ladeplattform **52** abzuheben, wird das Endwirkelement **72** links von der Kassette in einer vertikalen Höhe zwischen Oberseite **118** der Kassette **100** und der Unterseite des Flanschs **116** angeordnet. Die Stützstrebe **74** bewegt sich nach rechts bis das Endwirkelement **72** den Tragflansch greift (durchsichtige Linie A). Dann bewegt sich das Endwirkelement **72** nach oben, um die Kassette **100** von der Ladeplattform **52** zu heben (durchsichtige Linie B). Um die Kassette **100** zu einem der Tragregale zu bewegen, z. B. Tragregal **62c**, hebt das Endwirkelement **72** die Kassette **100** an, bis die Kassette **100** ungefähr über dem Tragregal **62c** ausgerichtet ist mit ausreichend vertikalem Spielraum, damit sich die Unterseite der Kassette **100** horizontal über den Haltezapfen **64** bewegen kann (durchsichtige Linie C). Dann wird die Stützstrebe **74** nach links bewegt, um die Kassette **100** über dem Tragregal **62c** zu positionieren, und das Endwirkelement **72** bewegt sich nach unten bis die Kassette **100** auf den Haltezapfen **64** aufsitzt (durchsichtige Linie D). Das Endwirkelement **72** kann entfernt werden, indem man es nach links bewegt bis es den Flansch **116** freigibt, und man es dann nach oben und nach rechts zwischen das obere Ende des Flanschs **116** und das untere Ende des Tragregals **62b** bewegt (durchsichtige Linie E).

[0039] Bezugnehmend auf Fig. 8B werden zum Entfernen der Kassette **100** vom Tragregal **62c** diese Schritte generell in umgekehrter Reihenfolge wiederholt. Im Einzelnen bewegt sich das Endwirkelement **72** nach links zwischen das obere Ende des Flanschs **116** und das untere Ende des Tragregals **62b** (durchsichtige Linie F), nach unten bis das Endwirkelement **72** an einer vertikalen Position zwischen der Oberseite der Kassette **100** und der Unterseite des Flanschs **116** angeordnet ist (durchsichtige Linie G), und nach rechts bis es den Flansch **116** greift (durchsichtige Linie H). Dann bewegt sich das Endwirkelement **72** nach oben, um die Kassette **100** von der Tragplatte **62b** zu heben, und dann nach rechts, um die Kassette **100** in den vertikalen Kanal zwischen die Lagerregale **58** zu tragen (durchsichtige Linie I). Aus dieser Position kann die Kassette **100** nach oben oder unten und dann nach links oder rechts zu einem neuen Lagerregal, zu einer der Ankoppelplattformen **42** oder

zur Ladeplattform **52** bewegt werden.

[0040] Bei den in den **Fig. 7A–8B** beschriebenen Ausführungsbeispielen ist das hakenförmige Greifelement **90** des Endwirkelements **72** nach rechts gebogen, so dass der rechteckige Zwischenraum **92** rechts offen ist. Natürlich wäre die relative laterale Bewegung des Endwirkelements zum Greifen und Lösen der Kassette **100** umgekehrt, wenn das hakenförmige Greifelement **90** nach links gebogen wäre, so dass der rechteckige Zwischenraum **92** links offen wäre. Beispielsweise wäre das Endwirkelement **72** zum Heben der Kassette **100** von einem Tragregal **62b** an der rechten Seite der Kassette **100** angeordnet und würde nach links bewegt werden, um den Flansch **116** zu greifen.

[0041] Bezugnehmend auf die **Fig. 1-3** wird eine Kassette **100** bei Betrieb z. B. manuell oder durch ein AGV zur Bearbeitungsstation **20** transportiert und auf der Ladeplattform **52** angeordnet. Die Roboter-Kassetten-Bewegungsrichtung **56** transportiert die Kassette von der Ladeplattform **52** zu einer der Ankoppelstationen **40**, die die Vorderseite der Kassette **100** auf die Ankoppelstationstür **44** ausrichtet. Die Ankoppelstationstür **44** zieht sich dann zurück, wobei sich die Kassettenür **104** öffnet und die Eingangsöffnung **102** mit der Öffnung **46** in der Reinraumwand **26** zusammenpasst. Ein Wafer-Handhabungs-Roboter **48** am zugangsseitigen Plattformbereich **22** entnimmt die Substrate durch eine Öffnung **46** in der Reinraumwand **26** aus der Kassette **100** und führt die Substrate in eine der Ladeverschlusskammern **34** ein. Ein Roboter **39** in der Transportkammer **36** bewegt die Substrate zwischen den Ladeverschluss- **34** und Bearbeitungskammern **38**. Wenn die Herstellungsschritte durchgeführt sind, entnimmt der Wafer-Handhabungs-Roboter **48** das Substrat aus einer der Ladeverschlusskammern **34** und bringt dann das Substrat durch die Öffnung **46** in der Reinraumwand **26** zur Kassette **100** zurück. Sobald alle Substrate bearbeitet wurden, wird die Kassettenür **104** geschlossen, die Kassette **100** wird zum Lagerregal **58** oder zur Ladeplattform **52** bewegt, und eine neue Kassette **100**, die unbearbeitete Substrate enthält, wird auf die Ankoppelstation **40** geladen.

[0042] Wie oben dargelegt, könnte das Bearbeitungssystem anstatt von oder zusätzlich zu den Herstellungsschritten unter Verwendung messtechnischer Vorrichtungen Inspektionsprozesse durchführen. Messtechnikstationen machen typischerweise Stichproben und testen bearbeitete und/oder unbearbeitete Wafer, die innerhalb der Waferkassetten **100** gelagert werden. Typischerweise kann eine Messtechnikstation nicht mehr als einen Wafer innerhalb jeder der für die Messtechnik ausgewählten Kassette **100** testen, wobei die Kassette **100** zufällig oder basierend auf einigen vorher festgelegten Auswahlkriterien gemäß den Standard-Messtechnikprinzipien ausgewählt ist. Demzufolge kann jede für die Messtechnik vorgelegte Waferkassette **100** wesentlich weniger Verweilzeit an einer in Verbindung mit einer

Messtechnikstation betriebenen speziellen Ankoppelstation **40** aufweisen, als wenn die Waferkassette **100** zur Bearbeitung in einer Bearbeitungsstation vorgelegt wäre. Als ein Ergebnis kann die benötigte Zeit, um die Türen zu öffnen und zu schließen, und die benötigte Zeit, um eine erste Kassette **100** von der Ankoppelstation **40** zu bewegen und die erste Kassette **100** durch eine zweite Kassette **100** zu ersetzen, in unerwünschter Stillstandszeit der Messtechnikstation enden, wenn nur eine oder zwei Ankoppelstationen **40** verwendet werden. Ferner, können auch bestimmte Bearbeitungsstationen, insbesondere diese mit kurzen Bearbeitungszeiten, als Ergebnis der Verwendung von nur einer oder zwei Ankoppelstationen **40** eine unnötige Stillstandszeit haben.

[0043] Deshalb kann es wünschenswert sein, eine Vielzahl von vertikal gestapelten Ankoppelstationen in Verbindung mit jedem Lagerregal **58** aufzunehmen. Die **Fig. 9-11** veranschaulichen ein Ausführungsbeispiel einer gestapelten Ankoppelstation eines Lade- und Lagerbereichs **24** der Bearbeitungsstation **20**, die zwei untere Substratankoppelstationen **40** und zwei obere Substratankoppelstationen **540** aufweist. Wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen umfasst der Lade- und Lagerbereich **24** der Bearbeitungsstation **20** eine Kassettenladeplattform **52**, zwei untere Kassettenankoppel- oder Substrattransportstationen **40**, die an jeder Seite der Ladeplattform **52** angeordnet sind, und ein Kassettenlager oder Lagerstationen **50**, um Kassetten **100** an der Bearbeitungsstation zu lagern und die Kassetten **100** zu und von der Ladeplattform **52** und den Ankoppelstationen **40** zu bewegen. Jedoch umfasst dieses Ausführungsbeispiel auch zwei obere Kassettenankoppel- oder Substrattransportstationen **540**, wobei jede dieser über einer der Ankoppelstationen **40** angeordnet ist. Die Ankoppelstationen überlappen demgemäß zumindest teilweise und vorzugsweise vollständig in der Grundfläche. Die vertikal angeordneten Ankoppelstationen sind auch vertikal im Verhältnis zu einem oder (vorzugsweise) mehreren der Tragregale **62** angeordnet.

[0044] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann eine Kassette **100** entweder manuell oder durch ein AGV auf einer Ankoppelstation **52** platziert oder von ihr entfernt werden. Um Substrate durch die Reinraumwand **26** zu transportieren, können Kassetten **100** an einer der unteren Ankoppelstationen **40** oder auch an einer der oberen Ankoppelstationen **540** positioniert sein. Jede untere Ankoppelstation **40** umfasst eine untere Ankoppelplattform **42** zum Tragen einer Kassette **100**, eine untere durch die Reinraumwand **26** ausgebildete Öffnung **46**, eine untere bewegliche Tür **44**, die die untere Öffnung **46** verschließt, wenn ein Substrat nicht durch die untere Öffnung **46** transportiert werden soll oder wenn eine Kassette **100** nicht an der unteren Ankoppelplattform **42** angeordnet ist, und einen Mechanismus, um die Kassettenür **104** freizugeben und die Tür **104** in den

zugangsseitigen Plattformbereich **22** zurückziehen, um einen horizontalen Zugang zum Substrat vorzusehen. Jede obere Ankoppelstation **540** umfasst ebenfalls eine obere Ankoppelplattform **542** zum Tragen einer Kassette, eine durch eine Reinraumwand **26** ausgebildete Öffnung **546**, eine obere bewegliche Tür **544**, die die obere Öffnung **546** verschließt, wenn ein Substrat nicht durch die obere Öffnung **546** transportiert werden soll oder wenn eine Kassette **100** nicht an einer oberen Ankoppelplattform **542** positioniert ist, und einen Mechanismus, um die Kassettentür **104** freizugeben und die Tür **104** in den zugangsseitigen Plattformbereich **22** zurückziehen, um einen horizontalen Zugang zum Substrat vorzusehen.

[0045] Die obere Ankoppelstation **540** ist von ähnlicher Konstruktion und Funktionsweise wie die untere Ankoppelstation **40**. Ähnlich ist die obere bewegliche Tür **544** von ähnlicher Konstruktion und Funktionsweise wie die untere bewegliche Tür **44**. Zwischen der oberen Öffnung **546** und der unteren Öffnung **46** ist ein geeigneter Raum vorgesehen, so dass eine Abwärtsbewegung der oberen beweglichen Tür **544** nicht die Funktionsweise der unteren beweglichen Tür **44** stört, wie dem Fachmann auf diesem Gebiet ohne weiteres verständlich ist. In einem anderen Ausführungsbeispiel könnte die obere bewegliche Tür **544** angeordnet sein, um nach oben zu öffnen und es dabei zu ermöglichen, dass die zwei Türen **44**, **544** und die zwei Ankoppelstationen **540**, **40** näher beieinander angeordnet sind (wie in Fig. 14 gezeigt). Es ist dem Fachmann ohne weiteres ersichtlich, dass der Transport der Kassette **100** zur oberen Ankoppelplattform **542** und die Funktionsweise des Systems, denen in den anderen Ausführungsbeispielen beschriebenen ähnlich sind. Das hierin beschriebene Ausführungsbeispiel weist in Verbindung mit jedem der Lagerregale **58** eine obere und eine untere Ankoppelstation **40**, **540** auf. Dennoch sollte bemerkt werden, dass eine Vielzahl von oberen Ankoppelstationen **540** verwendet werden können, die nur durch den vorhandenen vertikalen Raum beschränkt sind. Ferner können die obere Ankoppelstation **540** und die untere Ankoppelstation **40** durch ein oder mehrere Tragregale **62** getrennt sein, oder sowohl die obere als auch die untere Ankoppelstation können über einem oder mehr der Vielzahl von Lagerregalen **62** angeordnet sein.

[0046] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel umfasst auch zwei über zwei Paaren der Ankoppelstationen **40**, **540** angeordnete Lagerregale **58** und eine zwischen den zwei Ankoppelstationen angeordnete Ladestation **52**. Vorzugsweise sind sechs Kassettentragregale **62a-f** über den Ankoppelstationen **40**, **540** angeordnet. Während man annimmt, dass diese Konfiguration den höchsten Durchsatz von Substraten im vorhandenen Raum vorsieht, schließt die Erfindung auch ein einzelnes Paar von Ankoppelstationen **40**, **540** ein, wie in Fig. 13 gezeigt mit einem oder mehreren Kassettentragregalen **62**, die in

der Nähe der Ankoppelstationen **40**, **540** angeordnet sind.

[0047] Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels der Erfindung mit zwei Paaren von Ankoppelstationen **40**, **540** und drei Lagerregalen **62a-c** oder **62d-f**, die über jedem Paar der Ankoppelstationen **40**, **540** angeordnet sind. Während drei Tragregale **62a-c** oder **62d-f** gezeigt sind, könnte vorteilhaft nur ein Tragregal **62a** oder **62d** ebenfalls verwendet werden. Komponenten, die Teil der vorher beschriebenen Ausführungsbeispiele sind, sind unter Verwendung der gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Ferner veranschaulichen die Fig. 10 und 11 die Ankoppelstationen **40**, **540** und die Lagerregale **62a-c** in einer Seitenansicht, gezeigt mit bzw. ohne Kassetten. Bezugnehmend auf Fig. 12 kann eine Zwischenstation-Transport-Vorrichtung **120** verwendet werden, um Kassetten **100** zwischen benachbarten Bearbeitungsstationen **20'** und **20''** zu bewegen, wodurch der Bedarf an AGVs oder manuellem Transport eliminiert ist. Die Zwischenstation-Transport-Vorrichtung **120** umfasst einen Hochtragbalken **122**, der an den Pfosten **66'** und **66''** der benachbarten Kassettenslager **50'** und **50''** befestigt sein kann. Ein Transportarm **124** kann an ein Gleitelement **126** befestigt werden, das sich horizontal entlang einer Führung **127** bewegt, die am Tragbalken **122** befestigt ist oder als Teil dessen ausgebildet ist. Das Gleitelement **126** kann horizontal durch eine Gewindespindel **130** bewegt werden, die durch einen Horizontalantriebsmotor **132** gedreht werden kann. Ein Endwirkelement **128** kann durch einen pneumatischen Aktuator **134** mit einem Transportarm **124** verbunden sein, um das Endwirkelement **128** mit einem vertikalen Hub zu versehen.

[0048] Um die Kassetten **100** zwischen den benachbarten Bearbeitungsstationen **20'**, **20''** zu transportieren, wird die Kassette **100** durch eine Roboter-Kassettens-Bewegungsvorrichtung **56'** zu den oberen auf der rechten Seite liegenden Tragregalen des Kassettenslagers **50'** bewegt, d. h. zum Tragregal **62e'**. Das Endwirkelement **128** bewegt sich horizontal über den Flansch **116**, dann nach unten in eine vertikale Position zwischen das untere Ende des Flanschs und die Oberseite der Kassette. Dann bewegt sich das Endwirkelement **128** nach rechts bis es den Kassettensflansch **116** greift. Das Endwirkelement **128** hebt die Kassette **100** von der Tragplatte **62e'** und der Horizontalantriebsmotor **132** führt den Transportarm **124** nach rechts, bis die Kassette **100** über dem oberen, auf der linken Seite befindlichen Tragregal **62a''** des Kassettenslagers **50''** angeordnet ist. Schließlich senkt das Endwirkelement **128** die Kassette **100** auf das Tragregal **62a''** und fährt zurück.

[0049] Die Zwischenstation-Transport-Vorrichtung **120** sieht ein extrem einfaches Verfahren zum Transport der Kassetten **100** zwischen benachbarten Bearbeitungsstationen **20'**, **20''** vor. Dies kann insbesondere dort von Nutzen sein, wo eine der Bearbeitungsstationen eine messtechnische Station ist (die voll-

ständig innerhalb des Reinraums **28** angeordnet sein könnte), da es messtechnische Messungen ohne Errichtung einer messtechnischen Vorrichtung in der Bearbeitungseinrichtung **20'**, **20''** und ohne Verwendung eines Fertigungs-Automations-Systems **22** ermöglicht.

[0050] Obwohl die Kassettenlager **50'** und **50''** so veranschaulicht sind, als seien sie gegen die gleiche Reinraumwand **26** positioniert, könnte die Zwischenstation-Transport-Vorrichtung **120** einen Drehmechanismus umfassen, um eine Übergabe zwischen den Endwirkelementen **128** an verschiedenen Tragbalcken zu ermöglichen. Dies würde ermöglichen, dass die Bearbeitungsstationen **20'** und **20''** um die Ecken oder an gegenüberliegenden Wänden des Reinraums angeordnet sind.

[0051] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele umfassen zwei jeweils über den Ankoppelstationen **40**, **540** angeordnete Lagerregale **58** und eine zwischen den zwei Lagerregalen **58** angeordnete Ladestation **52**. Vorzugsweise sind sechs Kassetten-Tragregale **62a-f** über jeweils einer oder mehreren Ankoppelstationen angeordnet. Während man annimmt, dass diese Konfiguration den höchsten Durchsatz an Substraten im verfügbaren Raum vorsieht, umfasst die Erfindung auch ein einzelnes Paar von Ankoppelstationen **40**, **540** mit einem oder mehreren, in der Nähe der Ankoppelstationen **40**, **540** angeordneten Kassetten-Tragregalen **62**. Die Fig. 13 und 14 sind Vorderansichten der Kassettenlager, die ein einzelnes Paar von Ankoppelstationen **40**, **540** und zwei über den Ankoppelstationen **40**, **540** angeordnete Lagerregale **62a-b** aufweisen. Die obere bewegliche Tür **544** öffnet sich in Fig. 13 nach unten und in Fig. 14 nach oben. Wenn sich die obere Tür **544** – wie in Fig. 14 gezeigt – nach oben öffnet, können die zwei Ankoppelstationen **540**, **40** näher beieinander angeordnet werden, um die Gesamthöhe des Kassettenlagers zu verringern. In beiden Ausführungsbeispielen der Fig. 13 und 14 ist das Tragregal **62a** durchsichtig dargestellt, um anzugeben, dass vorteilhaft nur ein Tragregal **62b** verwendet werden könnte. Um die Ankoppelstationen **40**, **540**, die Ladestation **52** und die Kassetten-Tragregale **62** ist eine Abdeckung **550** angeordnet. Komponenten, die Teil eines der vorher beschriebenen Ausführungsbeispiele sind, sind unter Verwendung der gleichen Nummern gekennzeichnet.

[0052] Die Substrate können entweder an einer Ankoppelstations- **40**, **540** -Position, an irgendeiner der Lagerregalpositionen **62** oder an einer Ladestation **52** in das System **20** geladen werden. Die Ladestation **52** könnte entweder neben einem Tragregal **62** oder einer Ankoppelstation **40**, **540** angeordnet sein. Das oben bezugnehmend auf die anderen Ausführungsbeispiele beschriebene Substrat-Bewegungs-vorrichtungssystem wird mit dem einzelnen Stapel-Ausführungsbeispiel aus Fig. 13 verwendet und funktioniert auf die gleiche Weise, außer dass die in einem einzelnen Stapel angeordneten Tragregale **62**

die Transportsequenz vom zusätzlichen Stapel eliminieren.

[0053] Jedes der hier beschriebenen Ausführungsbeispiele verwendet vorhandenen Raum über oder unter den Ankoppelstationen und erhöht dabei die Lagerfähigkeit des Systems ohne die Grundfläche (durch das System belegter Bereich gemessen im Sinne von Bodenfläche) des Systems zu erhöhen. Obwohl die hier gezeigten Lagerregale über dem Paar der Ankoppelstationen angeordnet sind, ist es verständlich, dass ein oder mehrere Lagerregale unten oder zwischen der Vielzahl von vertikal angeordneten Ankoppelstationen angeordnet sein könnten. Entsprechend könnte ein Bearbeitungssystem jede Konfiguration einer Lagervorrichtung der vorliegenden Erfindung verwenden, die Kassettentragregale umfassen, die neben einer Ankoppelstation angeordnet sind. Ferner, obwohl ein vertikal angeordnetes Paar von Ankoppelstationen vorzugsweise jedem Stapel von einem oder mehr Tragregalen zugeordnet ist, kann ein Paar von horizontal angeordneten Ankoppelstationen jedem Stapel von Tragregalen zugeordnet sein. Bei so einer horizontalen Konfiguration ist jede Ankoppelstation an eine separate Bearbeitungsvorrichtung gekoppelt. Die separaten Bearbeitungsvorrichtungen sind vorzugsweise Bearbeitungsvorrichtungen mit hohem Durchsatz (Messtechnikvorrichtungen, etc.). Vorzugsweise ist auch eine Kassetten-Bewegungsvorrichtung in der Nähe der Tragregale und der Ankoppelstation angeordnet, um den Transport von Kassetten zwischen den Tragregalen und den Ankoppelstationen durchzuführen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Aufbewahren von Substratkassetten (**100**) mit:  
mindestens zwei Kassettenankoppelstationen (**40**, **540**; **42**, **542**) zum Einlegen und/oder Entnehmen von Substraten (**10**) in eine/aus einer Kasette (**100**); und mindestens einem Kassettenaufbewahrungsregal (**62a-h**) benachbart zu den mindestens zwei Kassettenankoppelstationen (**40**, **540**; **42**, **542**);  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
mindestens zwei Ankoppelstationen (**40**, **540**; **42**, **542**) vertikal angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei mindestens ein Regal (**62a-h**) über den mindestens zwei Ankoppelstationen (**40**, **540**; **42**, **542**) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei mindestens ein Regal (**62a-h**) vertikal unterhalb der mindestens zwei Ankoppelstationen (**40**, **540**; **42**, **542**) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das mindestens eine Regal (**62a-h**) benachbart zu einer Wand, vorzugsweise einer Reinraumwand (**26**), angeordnet ist.



5. Vorrichtung nach Anspruch 2, 3 oder 4, wobei eine Vielzahl von Regalen (**62a-h**) in einer vertikalen Säule über den mindestens zwei Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit:  
einer Kassettenbewegungseinrichtung (**56**), die dazu ausgelegt ist, mindestens eine Kassette (**100**) zwischen dem mindestens einen Regal (**62a-h**) und den mindestens zwei Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) zu tragen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Kassettenbewegungseinrichtung (**56**) benachbart zu dem mindestens einen Regal (**62a-h**) und den mindestens zwei Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Kassettenbewegungseinrichtung (**56**) ein Trägerelement (**74**) umfasst, das benachbart zu dem mindestens einen Regal angeordnet ist und in einer zu dem mindestens einen Regal (**62a-h**) parallelen Ebene beweglich ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8, wobei eine Vielzahl von Aufbewahrungsregalen (**62a-h**) in benachbarten vertikalen Säulen angeordnet sind und durch einen vertikalen Kanal getrennt sind, und die Kassettenbewegungseinrichtung (**56**) dazu ausgelegt ist, eine Kassette (**100**) durch vertikales Bewegen der Kassette (**100**) durch den Kanal zu einem ausgewählten Regal zu transportieren, um die Kassette (**100**) im Wesentlichen benachbart zu und in einer höheren Höhe als das ausgewählte Regal zu positionieren, und dann die Kassette (**100**) horizontal über dem ausgewählten Regal zu positionieren.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Kassettenbewegungseinrichtung (**56**) umfasst:  
ein Eingriffsmittel (**72**), das dazu ausgelegt ist, mit mindestens einer Kassette (**100**) in und außer Eingriff zu kommen.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jedes Regal (**62a-h**) Halteelemente (**4**) umfasst, um mit einer auf dem Regal angeordneten Kassette (**100**) in Eingriff zu kommen.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Bestückungsstation (**52**).

13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einem Gehäuse, das um die mindestens zwei Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) und das mindestens eine Kassettenaufbewahrungsregal (**62a-h**) und/oder die Bestückungsstation (**52**) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung in einem Reinraum (**28**) angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei  
eine obere der vertikal angeordneten Ankoppelstationen (**40**) eine Tür (**544**) umfasst, die dazu ausgelegt ist, sich nach oben zu öffnen, und  
eine untere der vertikal angeordneten Ankoppelstationen (**40**) eine Tür (**44**) umfasst, die dazu ausgelegt ist, sich nach unten zu öffnen.

16. Halbleiterbearbeitungsstation mit:  
einem Bearbeitungssystem (**20**), das dazu ausgelegt ist, einen Prozess an einem Substrat (**10**) durchzuführen;  
einer Grenzwand (**26**), die das Bearbeitungssystem von einem Reinraum (**28**) trennt;  
einer Vorrichtung zum Aufbewahren von Kassetten (**100**) nach einem der vorangehenden Ansprüche;  
einer Öffnung (**46, 546**) in der Grenzwand (**26**), wobei die Öffnung zwischen mindestens einer der Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) und dem Bearbeitungssystem (**20**) angeordnet ist; und  
einem Wafertransportroboter (**48**), der dazu ausgelegt ist, ein Substrat (**10**) durch die Öffnung zwischen der mindestens einen Ankoppelstation (**40, 540; 42, 542**) und dem Bearbeitungssystem (**20**) zu transportieren.

17. Verfahren zum Betreiben einer Bearbeitungsstation, umfassend:  
Aufbewahren mindestens einer Kassette (**100**) auf mindestens einem Kassettenaufbewahrungsregal (**62a-h**) benachbart zu einer Reinraumwand (**26**), wobei das mindestens eine Regal (**62a-h**) vertikal relativ zu einem Paar von vertikal angeordneten Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) angeordnet ist;  
Tragen einer Kassette (**100**) zu einer der Ankoppelstationen (**40, 540; 42, 542**) mit einer Kassettenbewegungseinrichtung (**56**);  
Entnehmen eines Substrats (**10**) aus der Kassette (**100**);  
Durchführen eines Messprozesses an dem Substrat; und  
Zurückführen der Kassette (**100**) zu dem mindestens einen Kassettenaufbewahrungsregal (**62a-h**) mit der Kassettenbewegungseinrichtung (**56**).

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

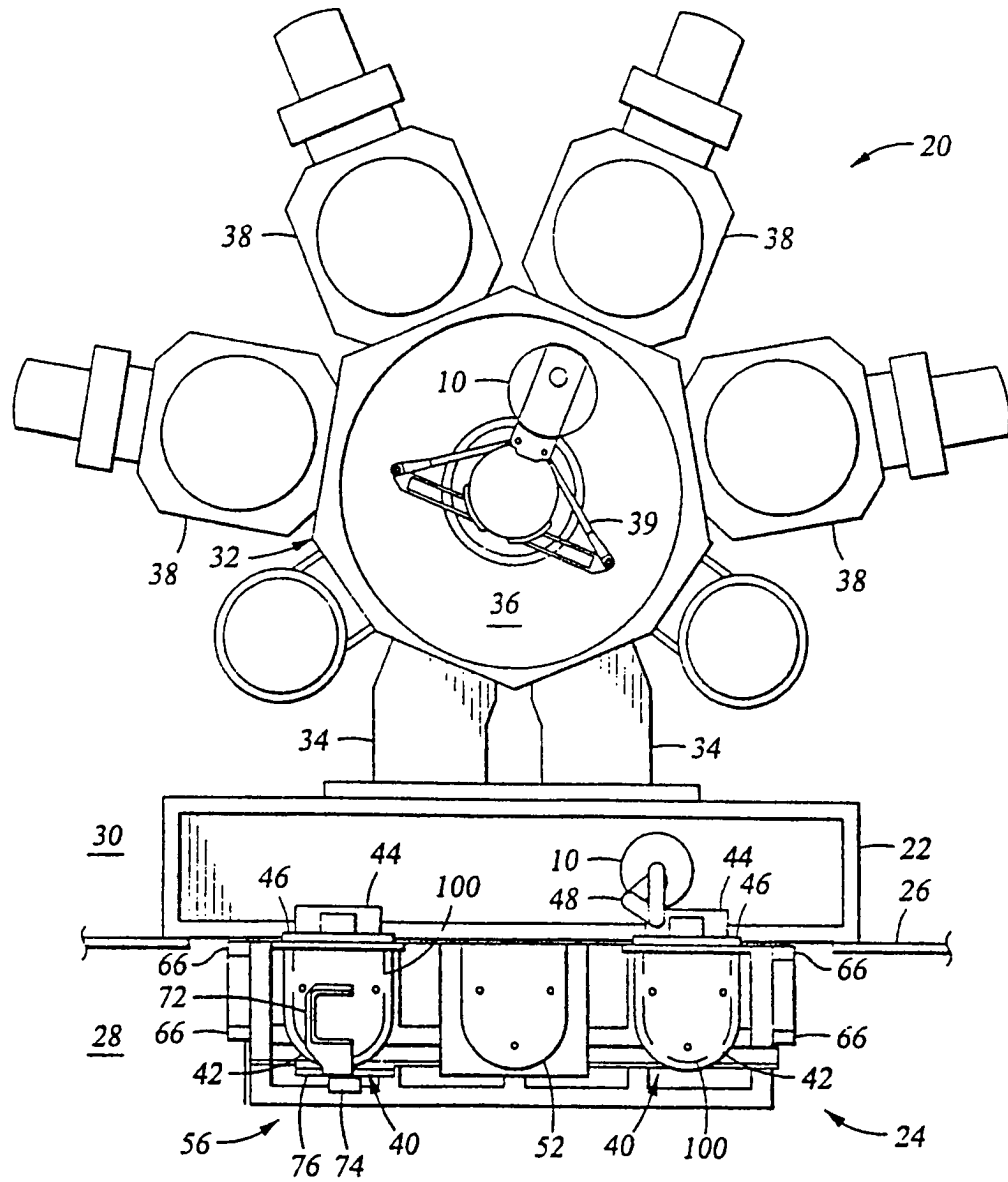
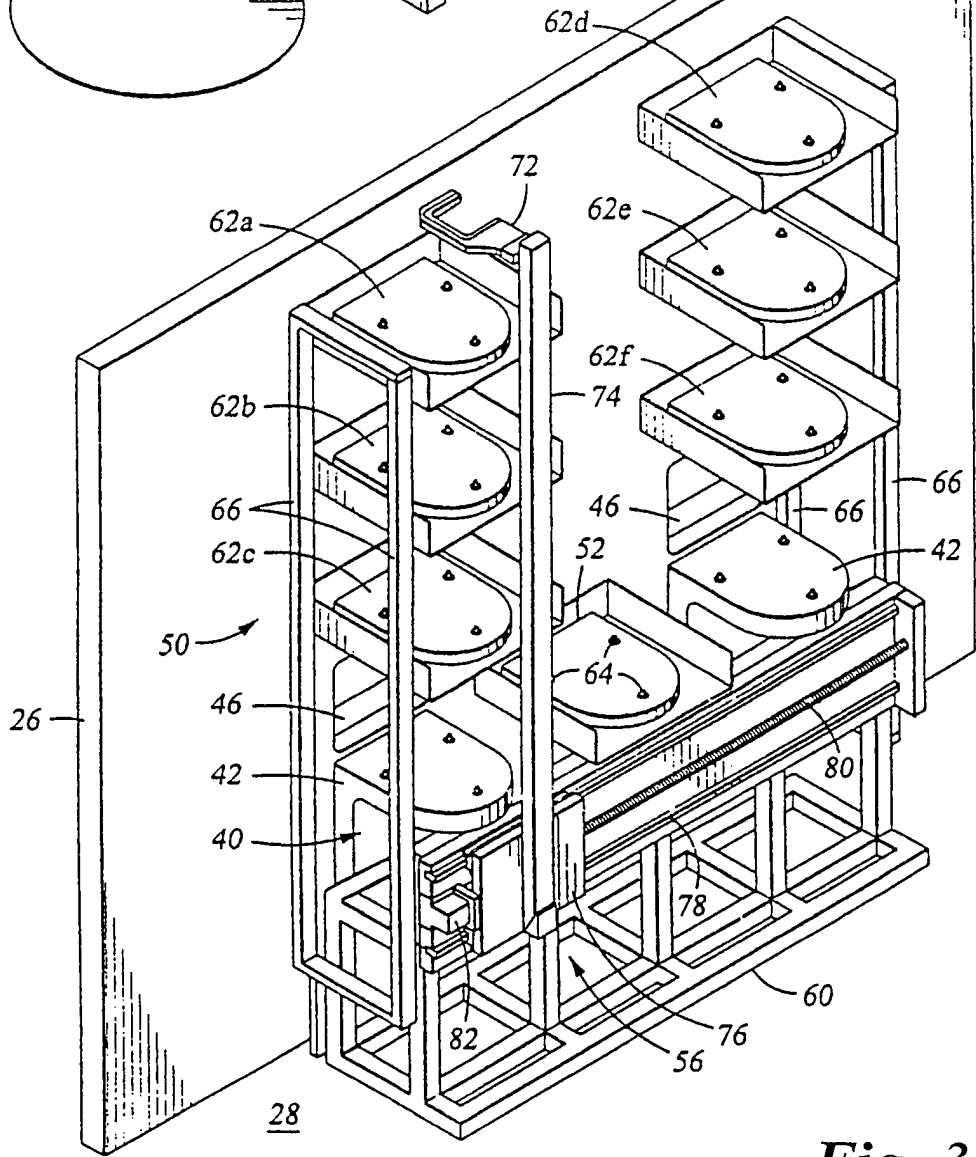
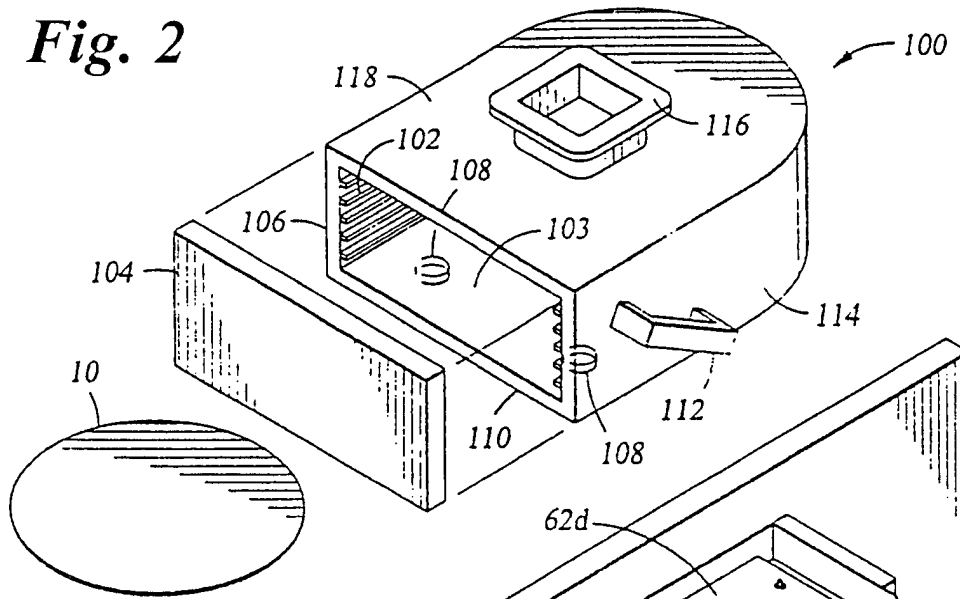


Fig. 1

**Fig. 2**



**Fig. 3**

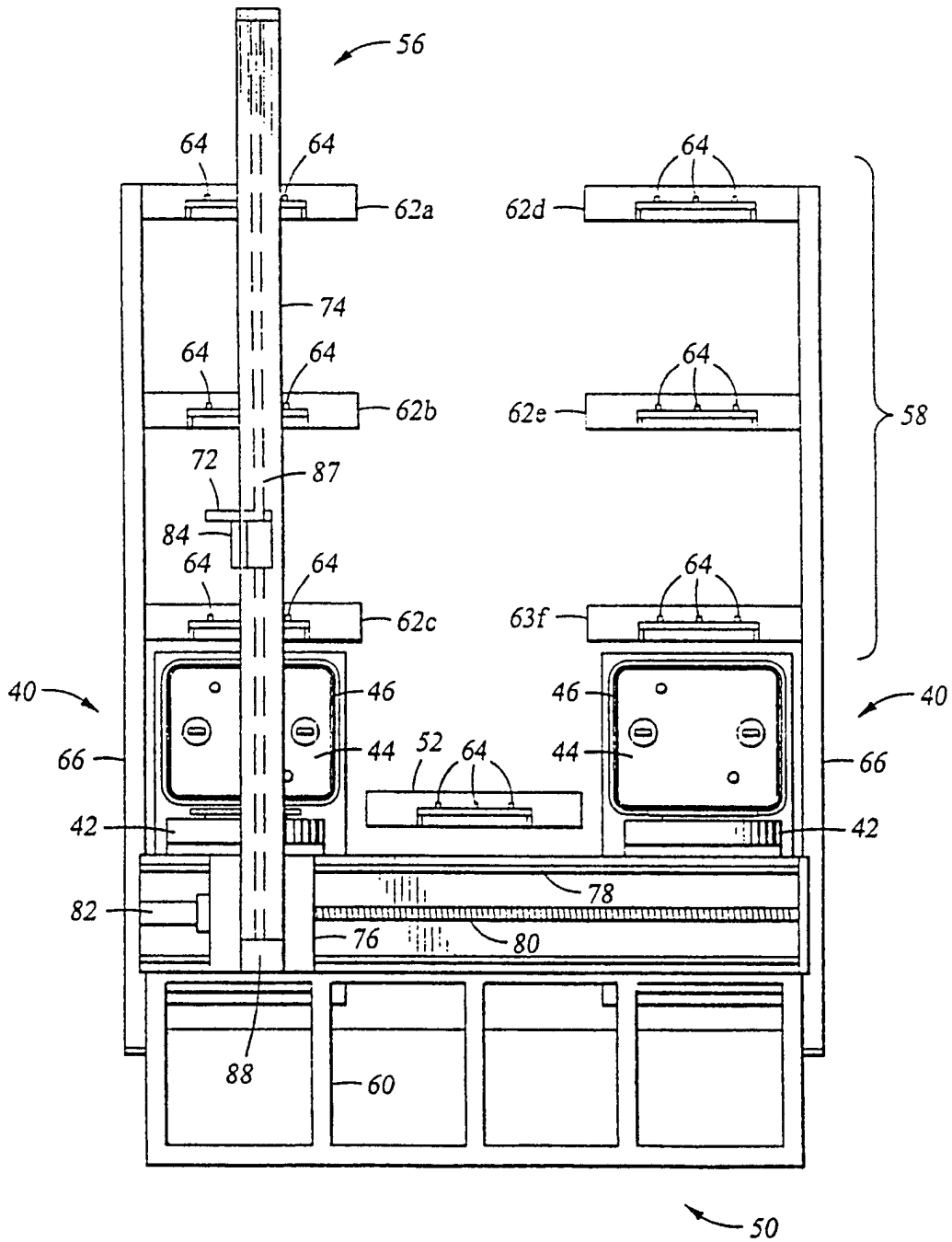


Fig. 4A

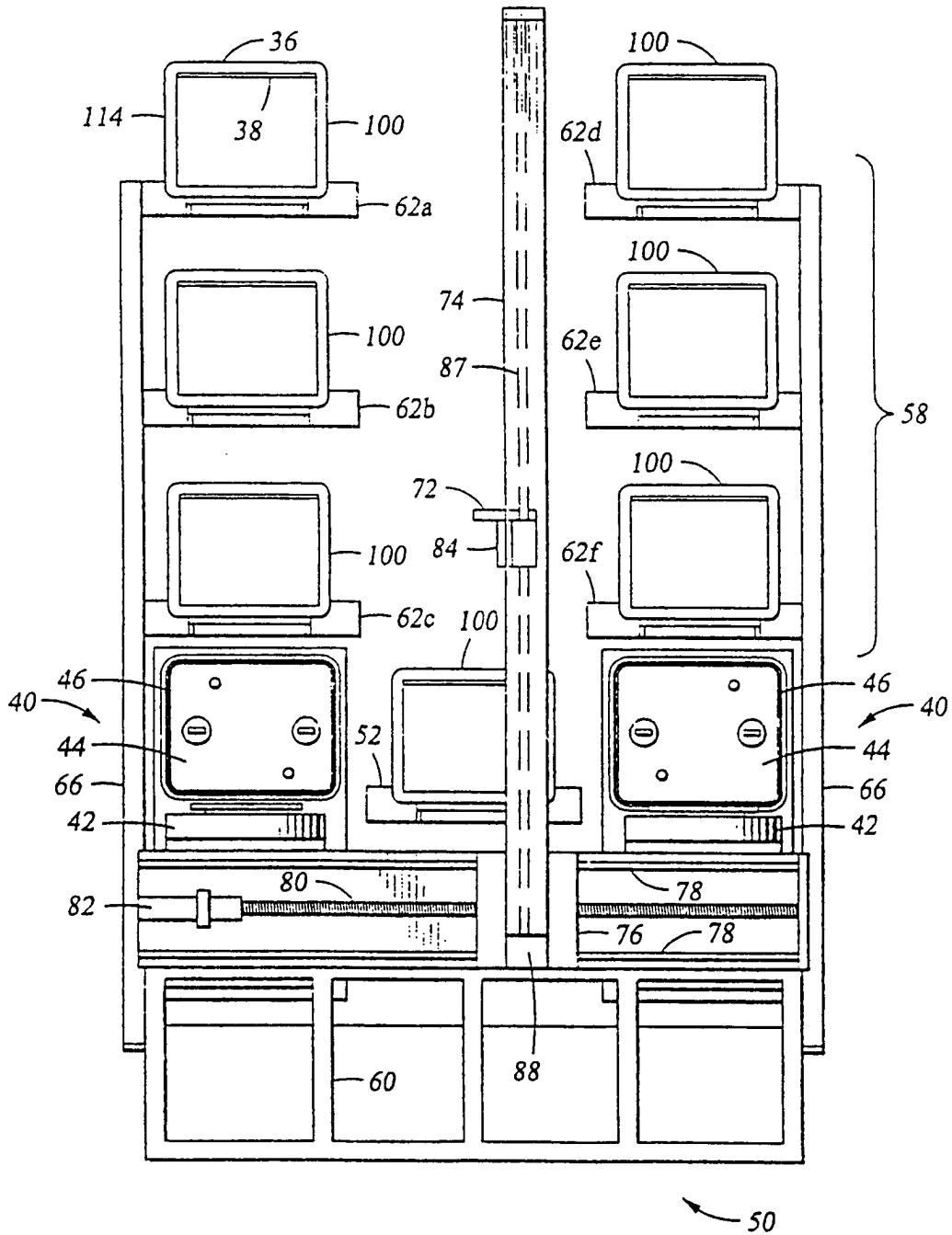


Fig. 4B

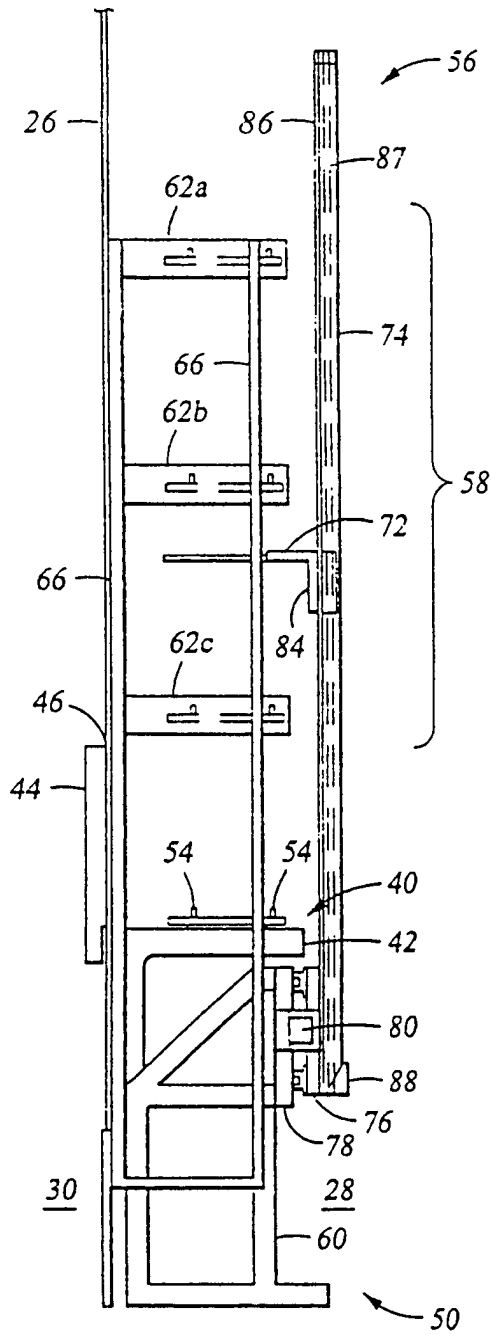


Fig. 5A

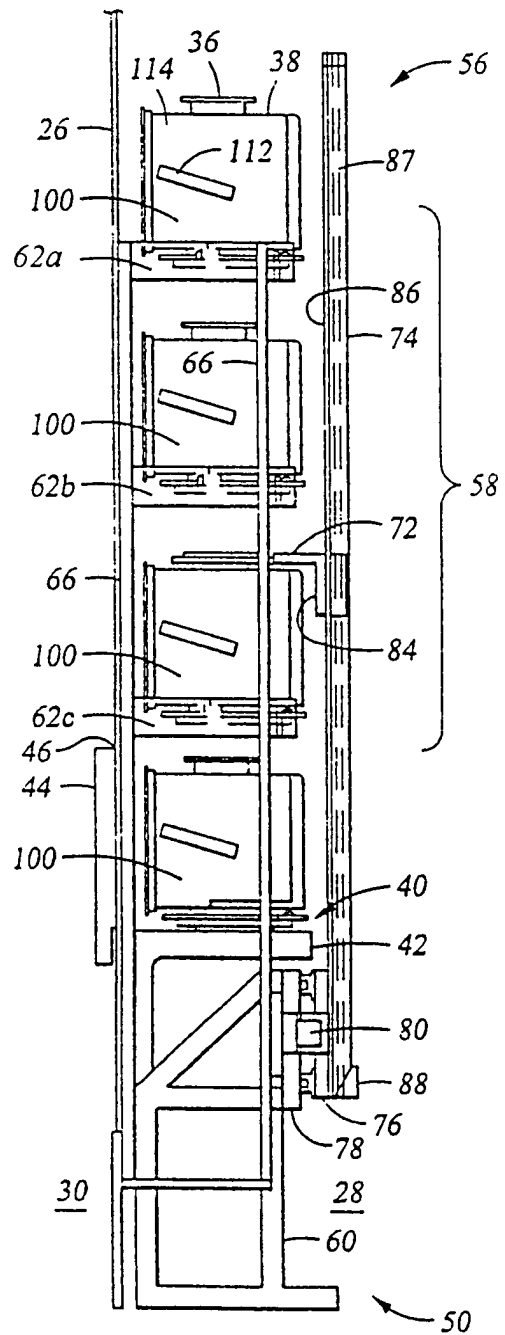


Fig. 5B

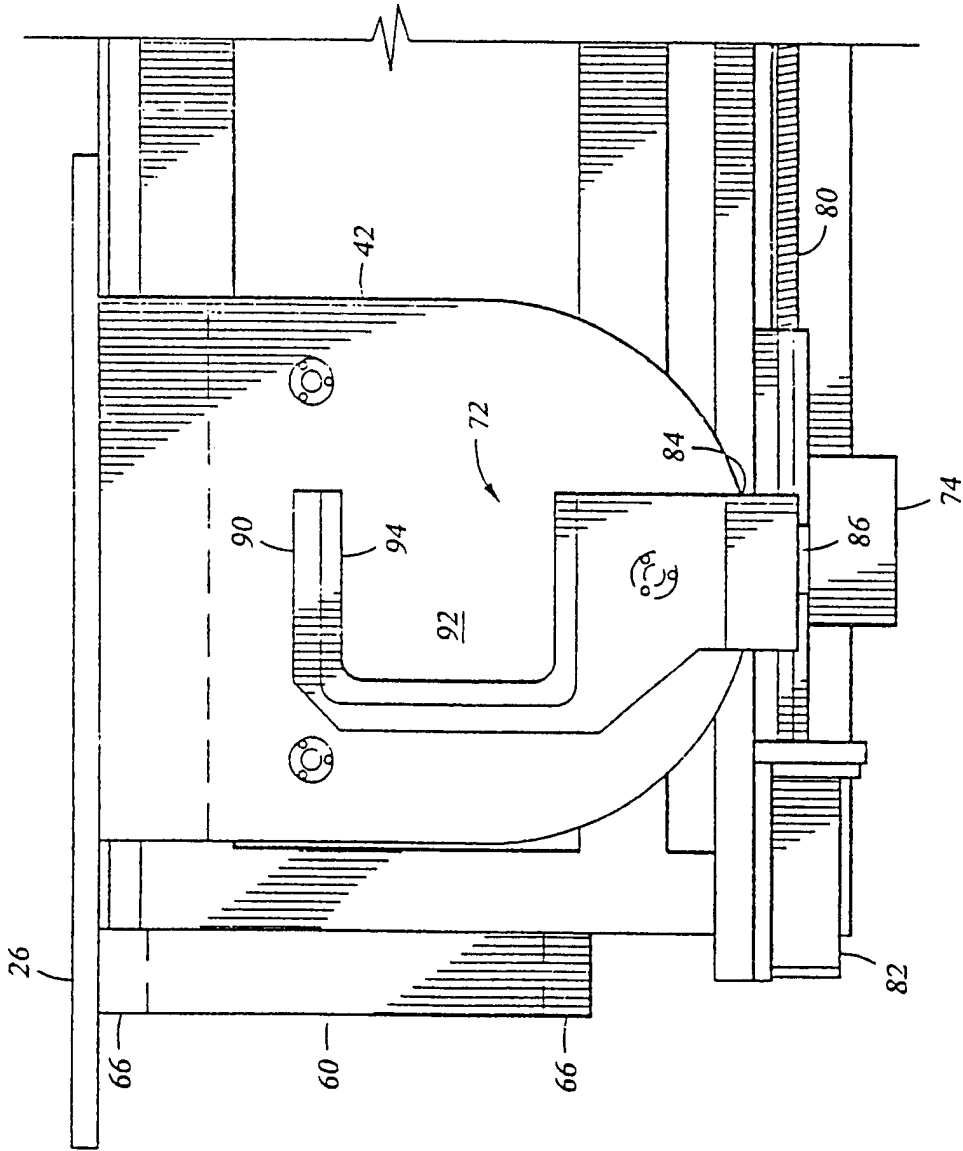


Fig. 6

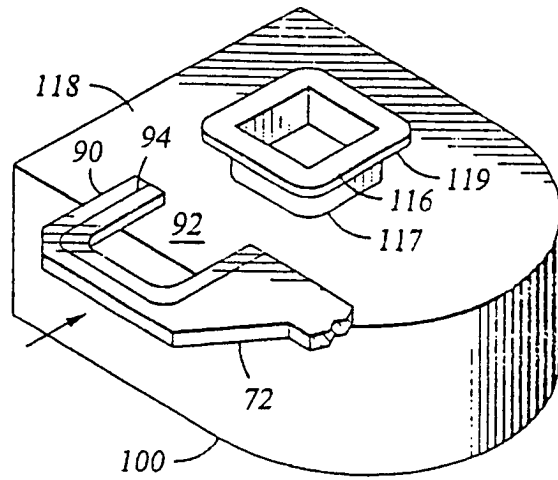


Fig. 7A

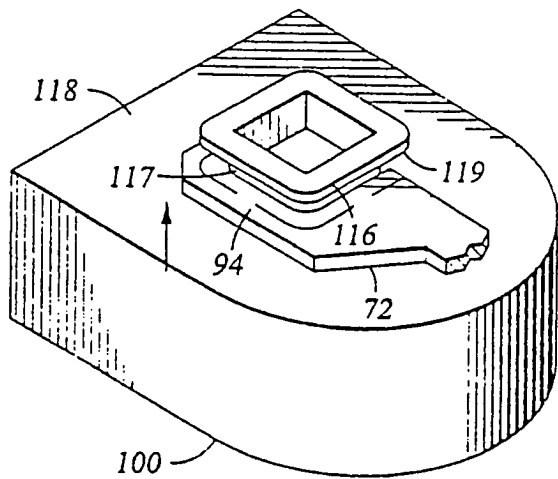


Fig. 7B

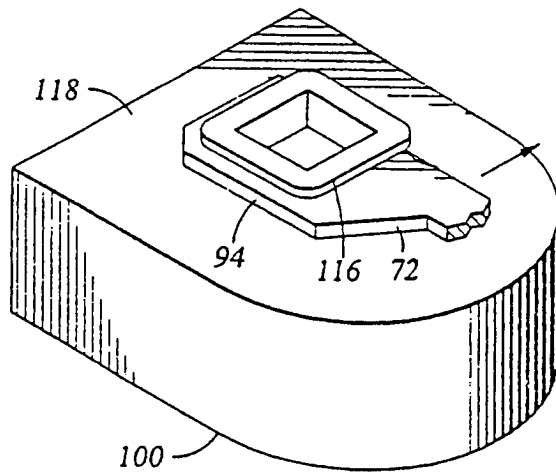


Fig. 7C



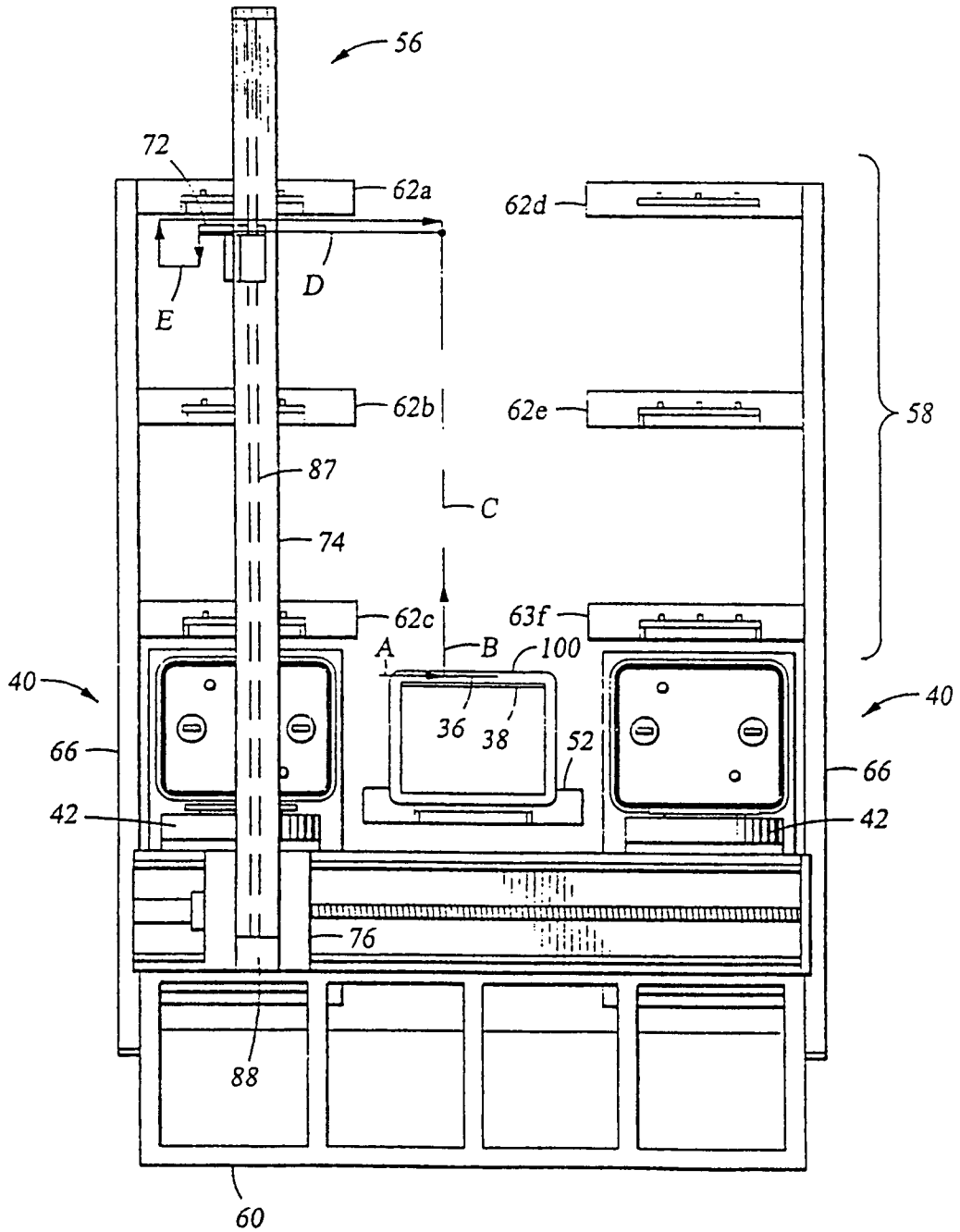


Fig. 8A

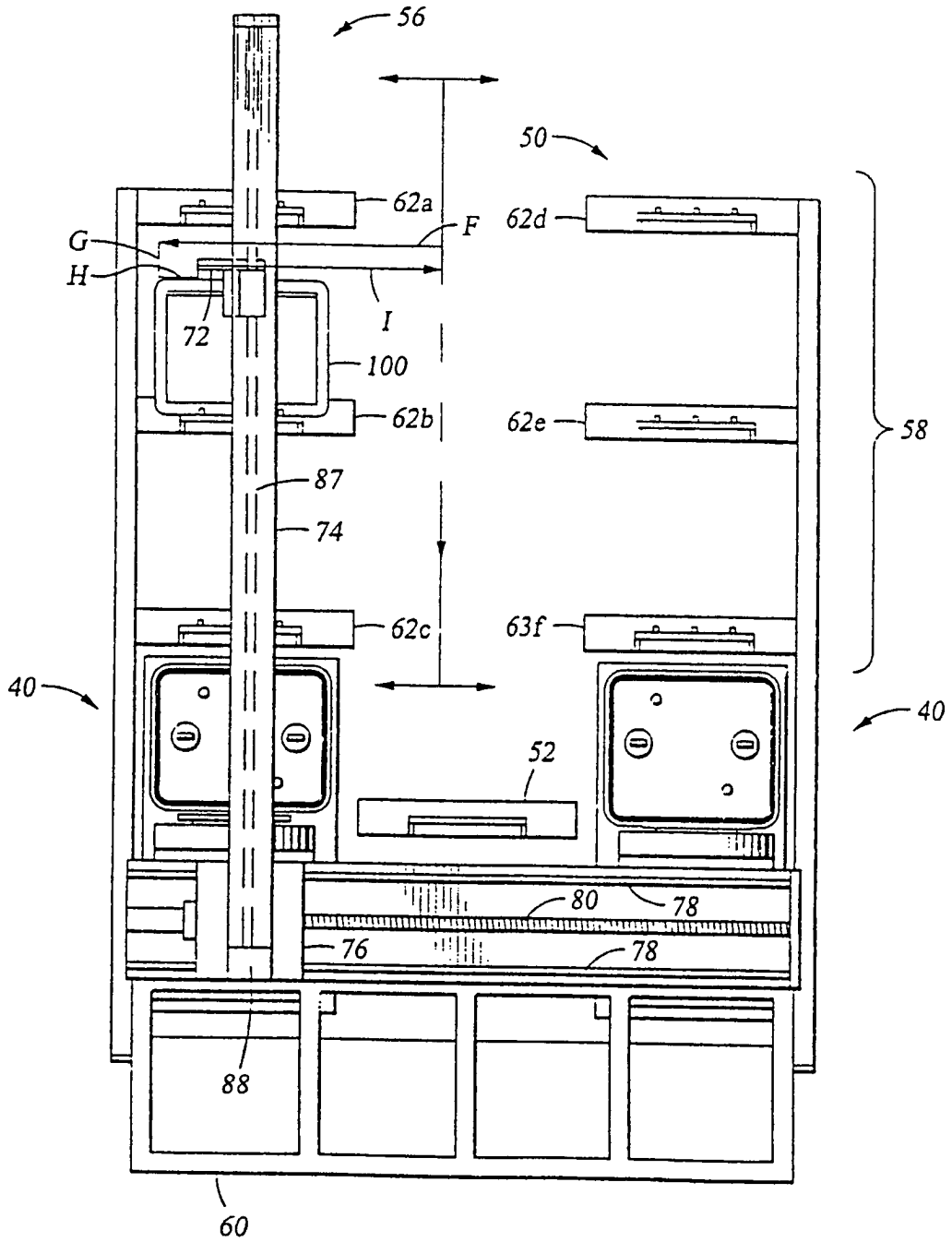


Fig. 8B

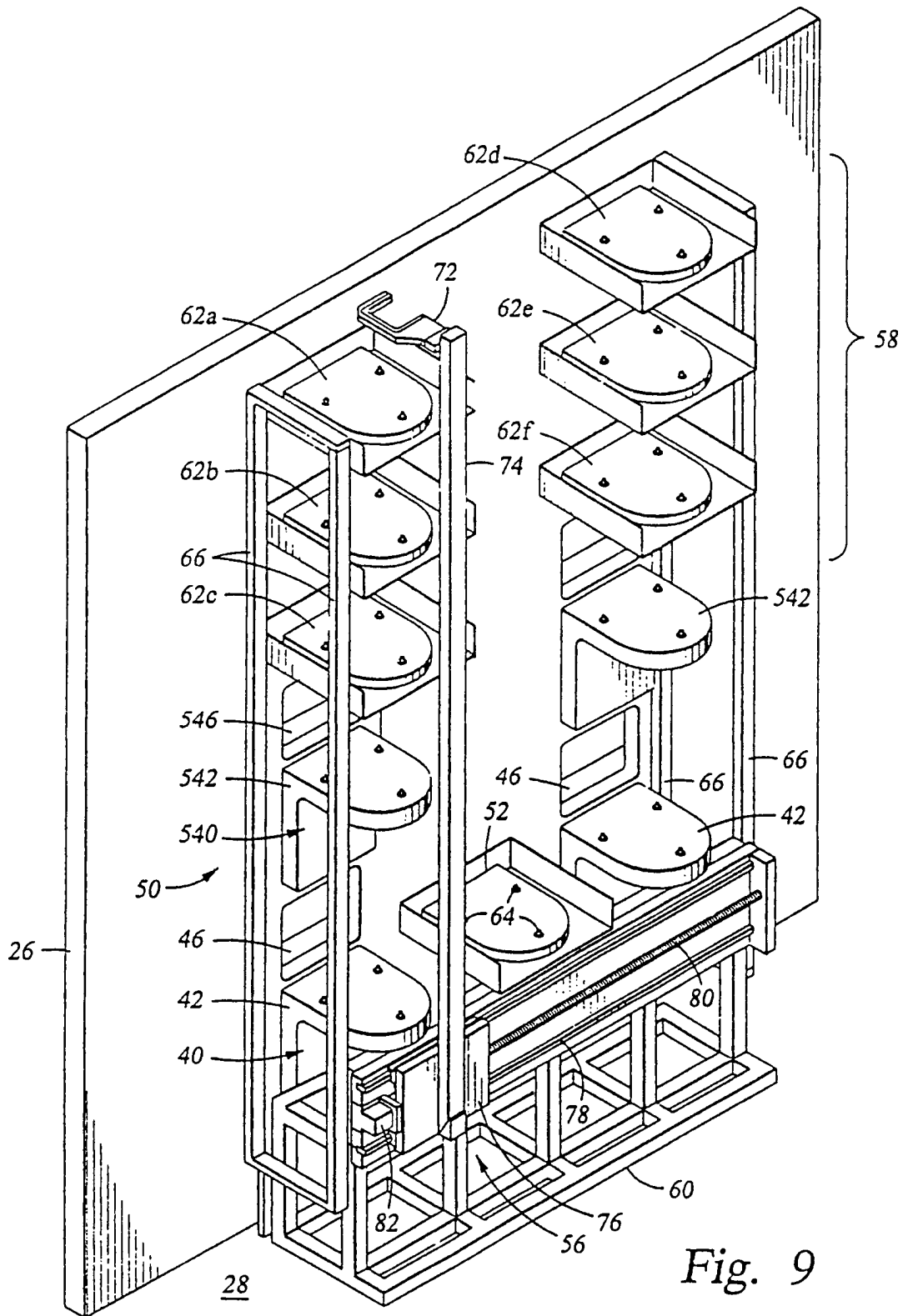
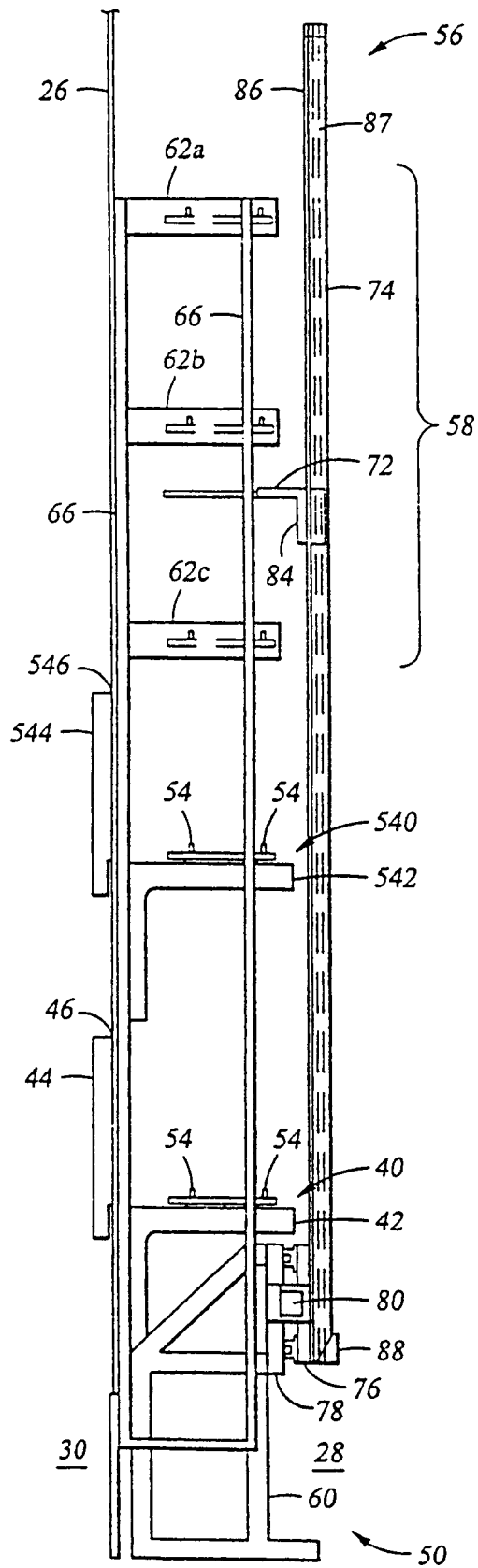
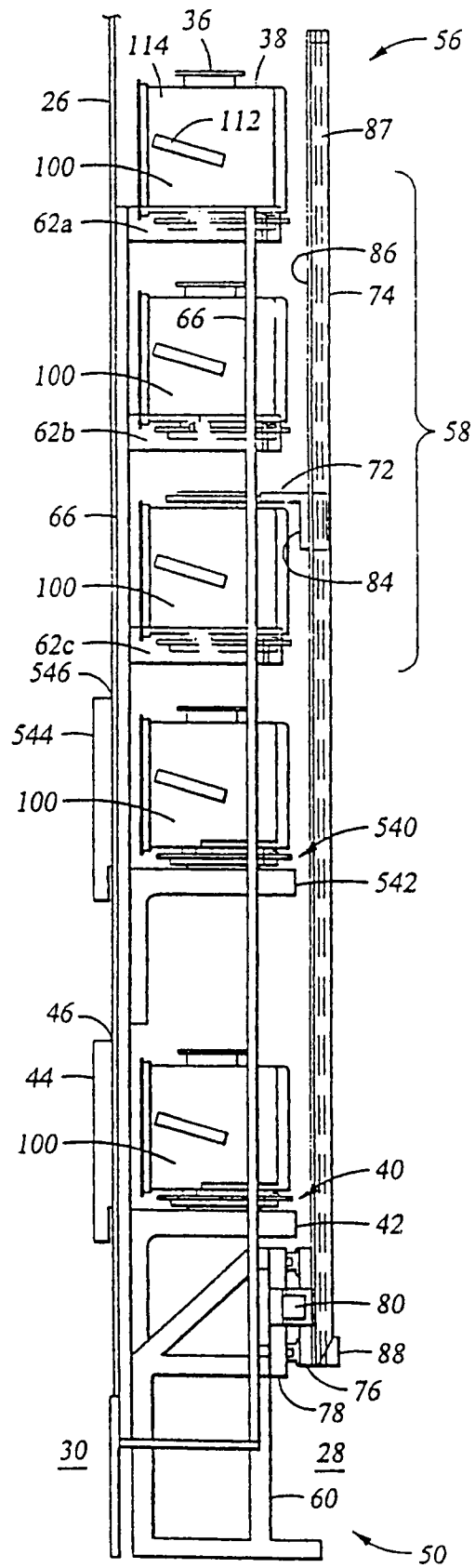


Fig. 9

Fig. 10



*Fig. 11*



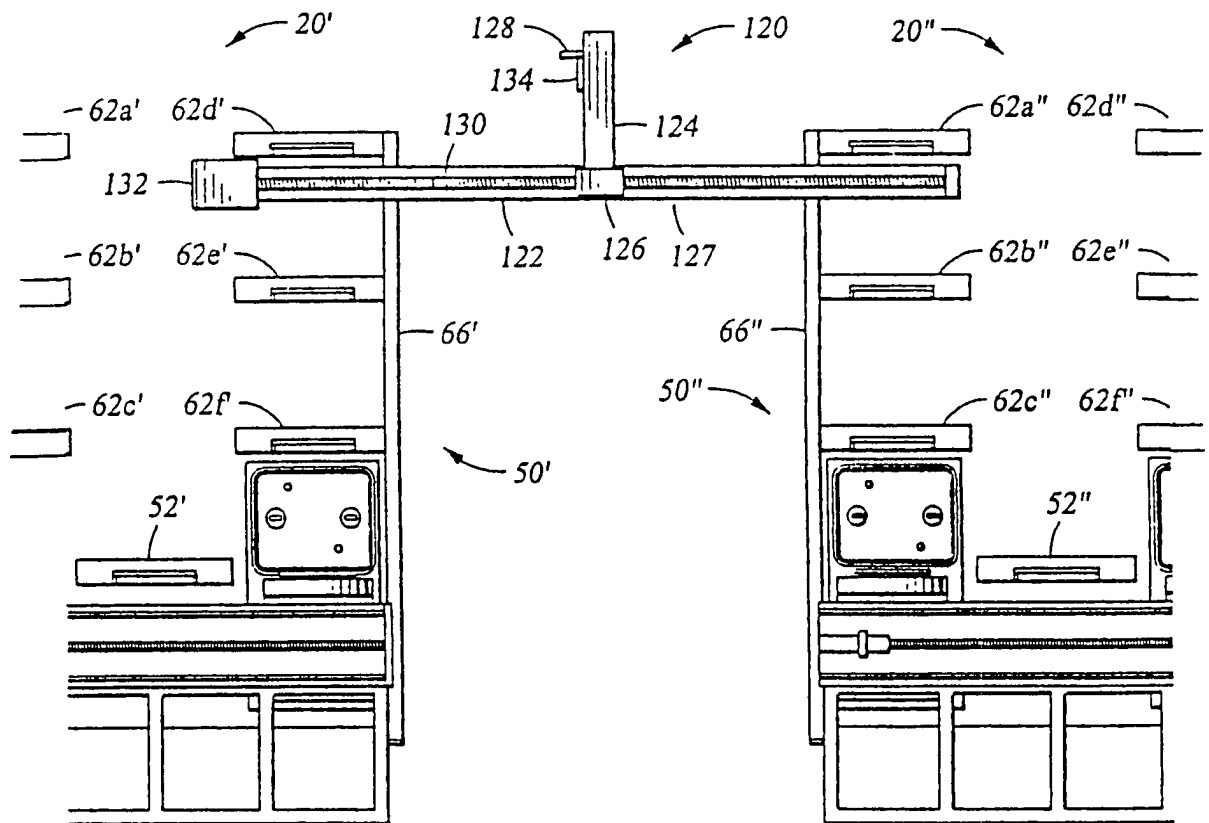


Fig. 12

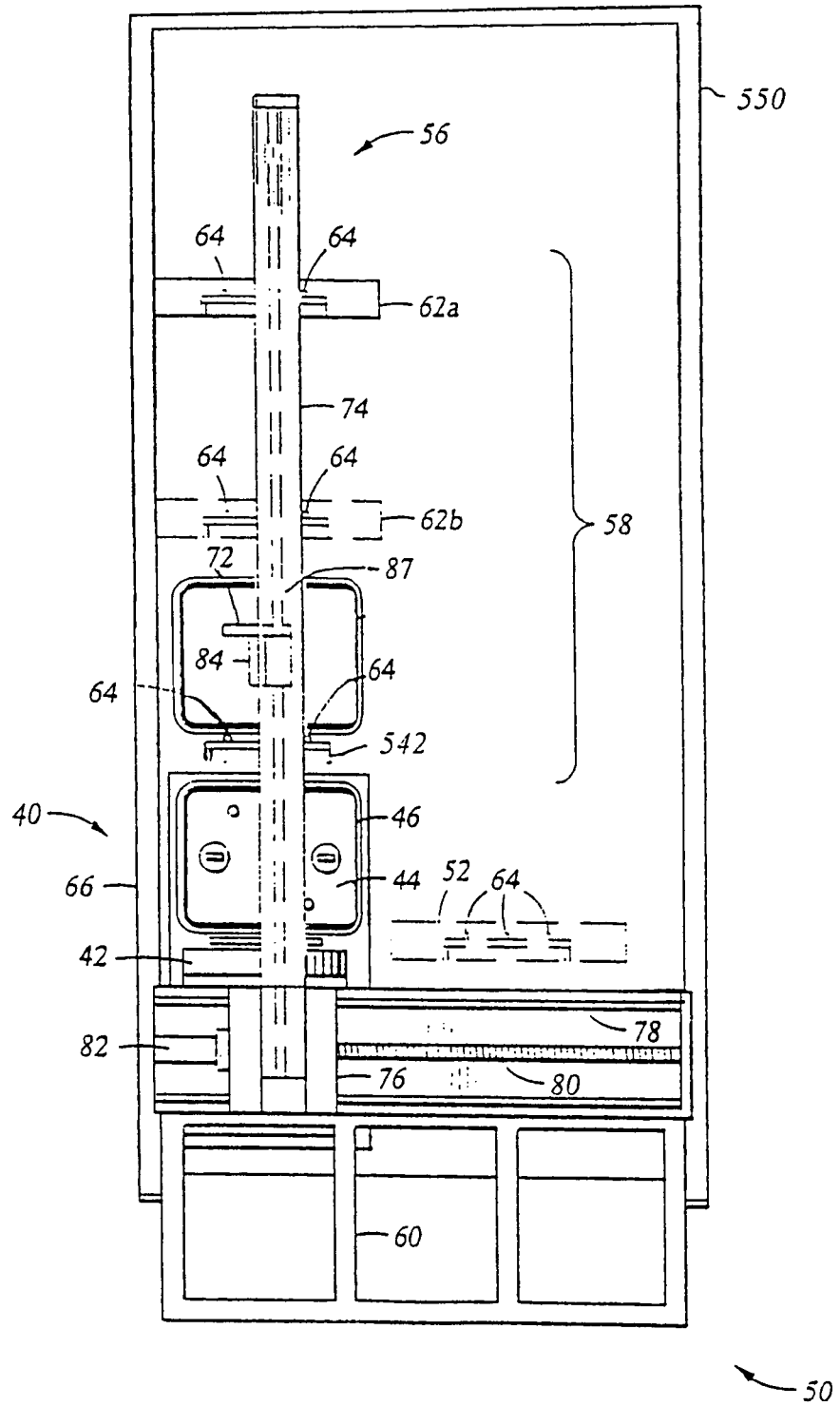
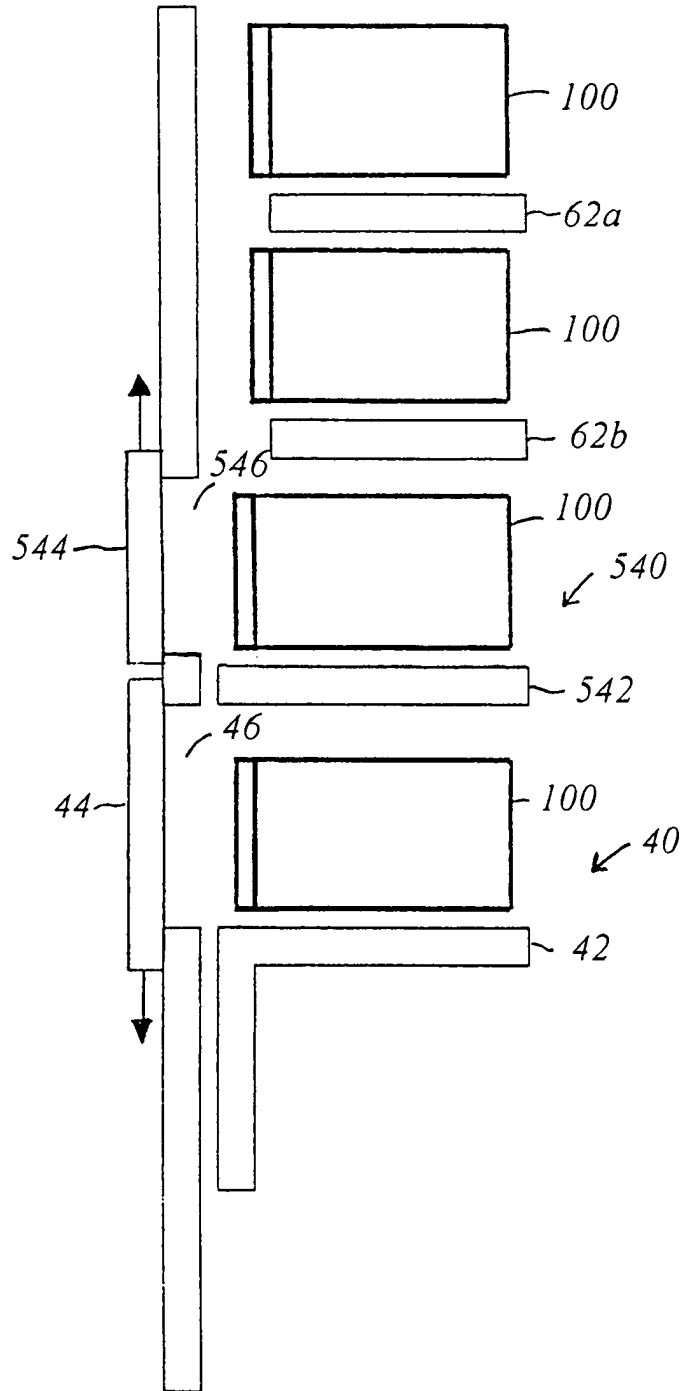


Fig. 13



**Fig. 14**