



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 35 795 T2** 2007.12.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 115 511 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 35 795.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/13984**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 930 500.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/000301**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.06.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **06.01.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.12.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B08B 3/00** (2006.01)
B01D 33/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
107878 30.06.1998 US

(73) Patentinhaber:
Semitool, Inc., Kalispell, Mont., US

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 81675 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
BEXTEN, Daniel P., Kalispell, MT 59901, US

(54) Bezeichnung: **EXZENTRISCH ROTIERENDES BEARBEITUNGSGERÄT FÜR FLACHE MEDIEN**

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

Technischer Bereich

[0001] Der technische Bereich dieser Erfindung ist ein zentrifugales Bearbeitungsgerät und Verfahren, die verwendet werden, Halbleiterwafer, Fotomasken, optische und gläserne Scheiben, magnetische Scheiben, Flachpanels, Linsen oder ähnliche flache Medien zu bearbeiten.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die Herstellung von Halbleiterwafern, Substraten und Photomaskenplatten, die bei der Herstellung von Halbleiterwafern verwendet werden, hat typischerweise Bearbeitungsausrüstung benutzt, in der verschiedene Arten von Bearbeitungsflüssigkeiten verwendet werden, um die Wafer zu behandeln. Ein Beispiel eines Halbleiterbearbeiters ist ein zentrifugaler Spültrockner (rinser dryer), der zum Ausspülen von Säuren, Beizmitteln, Ätzmitteln, und anderen Bearbeitungsflüssigkeiten, von Wafern, Photomasken und ähnlichen flachen Medien verwendet wird.

[0003] Die Spültrockner werden auch dazu verwendet, die gespülten Einheiten unter Verwendung eines erhitzten Gases, wie beispielsweise Stickstoff, welches nach dem Spülen mit der gewünschten Flüssigkeit durch die Bearbeitungskammer geleitet wird, zu trocknen. Die Wafer werden während des Bearbeitens schnell gedreht, um eine gleichmäßigere Verteilung der Bearbeitungsflüssigkeiten über die Waferoberflächen hin zu erhalten und um die Entfernung von Spülflüssigkeiten in Vorbereitung auf das Trocknen zu fördern.

[0004] Andere Arten von Halbleiterbearbeitern umfassen Säure-, Lösungsmittel-, und Ätzmittelbehandlungsmaschinen, welche sprühen oder auf eine andere Weise Säuren, Lösungsmittel und Ätzmittel auf die Wafer oder anderen flachen Medien aufbringen. Abstreif-Bearbeiter werden verwendet, Fotoresist von den Wafern zu entfernen. Eine andere spezielle Bearbeitung von Halbleitern kann andere Arten von Chemikalien erfordern. Viele dieser Prozesse werden in zentrifugalen Bearbeitungsmaschinen durchgeführt, um eine gleichmäßige Verteilung von Flüssigkeiten über den Wafer hin zu gewährleisten und um das Entfernen von Flüssigkeiten zu unterstützen.

[0005] Ein Hauptproblem bei der Herstellung von Halbleitern ist die Partikelkontamination. Kontaminationspartikel können die photographischen Prozesse beeinflussen, welche verwendet werden, die Chiplayouts auf die Wafer, die in Chips verarbeitet werden, zu bringen. Kontaminationsstoffe auf den Fotomasken können eine Verschlechterung des auf den Wafer übertragenen Bildes verursachen. Das direkte Bearbeiten der Wafer selbst ist sogar noch empfängli-

cher für Kontamination aufgrund der vielen involvierten Bearbeitungsschritte und dem Risiko bei jeder Stufe, dass Kontaminationspartikel auf der Oberfläche des Wafers haften bleiben können. Partikelkontamination bewirkt, dass eine große Anzahl von den Chips in einem Wafer defekt sind. Deshalb ist es sehr wichtig, die Kontamination zu reduzieren, um die Gewinne zu erhöhen.

[0006] Mit der nun durch neuere Halbleiterbearbeitungstechniken ermöglichten hohen Auflösung werden die Effekte der Kontaminationsstoffe sogar noch signifikanter und problematischer als in der Vergangenheit. Früher resultierten Partikel kleiner als 1 Mikrometer aufgrund der minimalen Strukturgröße von 2 Mikrometern, oder mehr, nicht in Defekten. Jedoch ist nun die in Strukturgröße in Chipgestaltungen hoher Dichte wesentlich geringer, zum Beispiel 0,18 Mikrometer. In Zukunft werden sogar Chips hoher Dichte mit noch kleineren Strukturgrößen erwartet. Der Schritt in Richtung kleinerer Strukturgrößen verstärkt das Kontaminationsproblem wegen der größeren Schwierigkeit, kleinere Partikel in der Umgebung zu beherrschen. Falls Kontaminationsstoffe vorhanden sind, dann kann sich eine wesentliche Anzahl der resultierenden Chips als Defekt und unbrauchbar erweisen, mit wesentlichen Kosten für den Hersteller.

[0007] Die Ursachen der Kontaminationspartikel auf Waferoberflächen kommen aus zahlreichen Quellen. Jede der verwendeten Bearbeitungsflüssigkeiten ist zwangsläufig zu einem kleinen Grad unrein. Das beim Bearbeiten verwendete Wasser ist entionisiert, um metallische Ionen und andere Verunreinigungen zu entfernen, jedoch enthalten auch solche Vorräte einige Verunreinigungen. Zentrifugales Bearbeiten ist vorteilhaft, weil ein schnelles Drehen des Wafers oder der anderen flachen Medien Flüssigkeitstropfen abwirft. Das hilft, Kontamination durch Fleckenbildung ("spotting") zu verhindern, die auftritt, wenn Flüssigkeitstropfen auf dem Wafer verdampfen. Es ist auch vorteilhaft, das verwendete Spülwasser oder die verwendete Spülflüssigkeit so schnell wie möglich aus der Bearbeitungskammer entfernen zu können, um Rekontamination zu verhindern.

[0008] Zentrifugale Bearbeitungsgeräte, wie beispielsweise Spühlösungs- und Sprühsäurebearbeitungsgeräte, und Schleuder-Spültrockner (spin rinser dryers), haben typischerweise einen Rotor, der sich innerhalb einer zylindrischen Bearbeitungskammer oder -wanne schnell dreht. Der zylindrische Rotor hält eine herausnehmbare Kassette oder nicht-herausnehmbare Kämme, welche die Wafer tragen. Die Wanne hat typischerweise einen von vorne nach hinten, nahe dem Boden der Wanne verlaufenden Drainagegraben oder -kanal, um Flüssigkeiten aus der Wanne abzulassen. Diese Typen von zentrifugalen Bearbeitungsgeräten wurden sehr erfolgreich in der Halbleiterherstellung verwendet.

[0009] Jedoch erzeugt bei diesen Typen von zentrifugalen Bearbeitungsgeräten der Schleuderrotor, der mittig in der Wanne angeordnet ist, eine schnelle, entgegen dem Uhrzeigersinn verlaufende Luftbewegung innerhalb der Wanne. Diese Luftbewegung behindert das Reinigungstrocknen oder einen anderen Bearbeitungsvorgang des zentrifugalen Bearbeitungsgeräts, da sie dazu tendiert, verwendete Flüssigkeitstropfen aus, beispielsweise, Wasser, Lösungsmittel oder Säure in der Wanne hoch und ringsherum zu ziehen, den Tropfen erlaubend, sich wieder auf die Wafer oder anderen flachen Medien abzusetzen. Die Luftbewegung tendiert auch dazu, Wassertropfen aus dem Drainagekanal weg zu ziehen, ihnen erlaubend, unvorteilhafterweise hoch und ringsherum in der Wanne rückgeführt zu werden.

[0010] Demgemäß bleibt in der Halbleiterherstellung ein Bedarf nach verbesserten zentrifugalen Bearbeitungsmaschinen.

[0011] US 0 471 541 A beschreibt eine Waschmaschine mit einem Unterteil, das mit zusammenlaufenden unteren Enden gebildet ist, n vertikal einstellbaren Zylindern innerhalb des Unterteils, und einer Abdeckung, eingerichtet, auf den zusammenlaufenden Enden zu ruhen, wenn sie in ihrer abgesenkten Position ist.

[0012] US 2 895 320 A beschreibt eine Waschmaschine, die ein Gehäuse und eine drehbare Wanne aufweist in einem Winkel in dem Gehäuse und mit einer schräggestellten Rotationsachse vorgesehen ist.

[0013] Die in US 3 388 410 A offenbarte Maschine zum Reinigen von Kleidung und dergleichen enthält eine drehbare Kammer, eingerichtet, zu reinigende Kleidung in einer Reinigungslösung zu empfangen, und Mittel zum Rotieren der Kammer um ihre Achse mit einer relativ hohen Geschwindigkeit.

[0014] Die in US 3 410 118 A offenbarte Trockenreinigungsvorrichtung mit geschlossenem Kreislauf enthält ein Gehäuse, einen drehbar in dem Gehäuse montierten offenen Korb, und Mittel zum wahlweisen drehen des Korbs.

[0015] US 4 1 53 551 A beschreibt eine Zentrifuge mit einer Trommel, die in eine Wackel- oder Taumbewegung versetzt wird, um das zentrifugierte Material über den Rand einer Wand des perforierten Korbs auszustoßen. Das Wackeln oder Taumeln wird durch Neigen der Achse dieser Wand relativ zur Rotationsachse der Anordnung bewirkt.

Beschreibung der Erfindung

[0016] Die vorliegende Erfindung betrifft ein zentrifugales Halbleiterwafer-Sprühbearbeitungsgerät mit einem Rotor, der in einer Wanne enthalten ist, welche

dazu gestaltet ist, Flüssigkeiten besser aus der Wanne zu leiten und zu spülen. Dadurch kann ein vollständigerer Ablauf mit weniger Risiko einer Kontamination aus verwendeter Flüssigkeit erreicht werden.

[0017] Die Erfindung schafft ein zentrifugales Halbleiterwafer-Sprühbearbeitungsgerät, wie es in dem unabhängigen Anspruch dargestellt ist. Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0018] In einem ersten gesonderten Aspekt der Erfindung enthält das zentrifugale Bearbeitungsgerät einen Rotor, der gegenüber der Mittelpunktachse der Wanne versetzt ist. Der Versatz schafft einen Bereich geringer Flüssigkeitgeschwindigkeiten. Daher wird die Separierung der mitgerissenen Flüssigkeitstropfen, von dem rotierenden Luft- oder Gasfluss, verbessert.

[0019] In einem zweiten gesonderten Aspekt der Erfindung enthält das zentrifugale Bearbeitungsgerät Abflussöffnungen in der Form von gestaffelten Schlitzen. Die Schlitze entfernen verwendete Flüssigkeit schnell aus der Wanne und verhindern ein wieder-Mitreißen der Flüssigkeit in den Luftfluss innerhalb der Wanne.

[0020] In einem dritten gesonderten Aspekt der Erfindung weisen die Schlitze des zweiten gesonderten Aspekts Umfänge auf, die nicht senkrecht zu dem Fluss sind. Mit einer solchen Konfiguration sammeln sich Flüssigkeitstropfen an und fallen leichter aus der Wanne.

[0021] In einem vierten gesonderten Aspekt der Erfindung wird in Erwägung gezogen, irgendeinen oder mehrere der vorangegangenen gesonderten Aspekte zu kombinieren, um das Entfernen von Flüssigkeitstropfen zu verbessern.

[0022] Demgemäß ist ein Ziel der Erfindung, ein verbessertes zentrifugales Bearbeitungsgerät zu schaffen, welches effektiver Flüssigkeiten aus der Wanne entfernt, wodurch die Möglichkeit einer Rekontamination der Siliziumwafer oder anderer flacher Medien reduziert wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0023] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen zentrifugalen Bearbeitungsgeräts;

[0024] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Wanne einer Maschine des Standes der Technik;

[0025] [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht der Wanne des vorliegenden, in [Fig. 1](#) gezeigten zentrifugalen Bearbeitungsgeräts;

[0026] [Fig. 4](#) ist ein Aufriss der Wanne und des Rotors des in [Fig. 1](#) gezeigten zentrifugalen Bearbeitungsgeräts;

[0027] [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht längs der Linie 5-5 in [Fig. 4](#);

[0028] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Wanne gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0029] [Fig. 7](#) ist eine Schnittansicht längs der Linie 7-7 in [Fig. 6](#);

[0030] [Fig. 8](#) ist ein vergrößertes Detail der in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Öffnungen;

[0031] [Fig. 9](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Kamm-Rotors mit Kämmen zum direkten Halten von Wafern oder anderen flachen Medien; und

[0032] [Fig. 10](#) ist eine perspektivische Ansicht einer Kassette, die Wafer hält, wobei die Kassette Rotor platzierbar ist, der in den in den [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) gezeigt ist.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0033] Nun ausführlich auf die Zeichnungen Bezug nehmend, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, weist das vorliegende zentrifugale Bearbeitungsgerät **10** eine innerhalb eines Gehäuses **12** montierte zylindrische Trommel bzw. Wanne **14** auf. Bezugnehmend auf die [Fig. 1](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) ist ein zylindrischer Kassetten-Rotor **18** innerhalb der Wanne **14** drehbar montiert. Das rückwärtige Ende des Rotors **18** ist mit einem Antriebsmotor **16** gekoppelt, welcher den Rotor innerhalb der Wanne **14** schnell dreht. Die Werkstücke **22** werden innerhalb des Rotors **18** gehalten, in einer Waferkassette, die, wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, innerhalb des Rotors **18** platziert ist. Alternativ kann ein Kammrotor **17** mit Kämmen **19** zum direkten Halten der Wafer **22**, wie in [Fig. 9](#) gezeigt, verwendet werden. Die Techniken zum Halten der Wafer in den Kämmen, oder zum Halten der Waferkassette, in einem Rotor, wie in den [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) gezeigt ist, sind im Stand der Technik wohlbekannt. Die Werkstücke **22** können Halbleiterwafer, Metall- oder Glascheiben, Flachpanels, Linsen, oder andere flache Medien sein.

[0034] Einer oder mehrere Flüssigkeitssprühverteiler, wie beispielsweise die Verteiler **20** und **26**, sind nahe dem oberen Bereich der Wanne **14** positioniert. Die Wafer **22**, oder die Kassette **24**, werden durch ein Schwenken der Tür **30** in den Rotor **18** geladen. Die Verteiler können Flüssigkeit aussprühen, wie beispielsweise Wasser, Lösungsmittel, oder Säuren, oder Gase, wie beispielsweise Stickstoff. In Abhängigkeit von dem Typ der durchgeführten zentrifugalen

Bearbeitung kann auch ein Ionisator **28** vorgesehen sein.

[0035] Bezugnehmend auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#), worin die gezeigten Merkmale maßstabsgerecht gezeichnet sind, ist die horizontale Mittelachse oder Drehachse **52** nach oben und zu einer Seite der Mittelachse **50** der Wanne hin versetzt. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist die Drehachse des Rotors von der Mittelachse **50** der Wanne weg diagonal versetzt, mit einem Abstand D und einem Winkel α von der Vertikalen.

[0036] In einem Ausführungsbeispiel mit einem Innendurchmesser der Wanne von ungefähr 35 cm beträgt D vorzugsweise ungefähr 1,3 cm und ist α ungefähr 45°. Dementsprechend beträgt der Abstand E zwischen der vertikalen Mittelachse **56** des Rotors und der vertikalen Mittelachse **54** der Wanne **14** ungefähr 0,9 cm.

[0037] Bezugnehmend auf [Fig. 3](#) sind Abflussöffnungen **41** in einer Gruppe **40** nahe dem unteren Bereich der Wanne **14** vorgesehen. Die Öffnungen **41** treten durch die zylindrische Seitenwand der Wanne **14** durch. Die Öffnungen **41** sind in einer ersten Reihe **42**, verschoben oder versetzt gegen eine zweite Reihe **44**, angeordnet. Der Rotor **18** rotiert schnell entgegen dem Uhrzeigersinn in den [Fig. 1](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#). Die Gruppe **40** der Abflussöffnungen **41** ist bei oder zwischen 5 Uhr (30° entgegen dem Uhrzeigersinn von der Mitte, unten, nach oben)- und 6 Uhr (Mitte, unten)-Positionen angeordnet.

[0038] In Gebrauch wird der Rotor **18** schnell von dem Motor **16** gedreht. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist der Rotor **16** in eine Richtung weg von den Öffnungen **41** versetzt. Diese Versatzposition hilft, geringen Druck über den Öffnungen **41** zu vermeiden, welcher die Tendenz des sich schnell drehenden Rotors verringert, Flüssigkeitstropfen hoch und weg von den Öffnungen **41** zu ziehen. Außerdem, da der Drainageverlauf aus der Wanne **14** heraus, im Gegensatz zu dem in vorherigen Gestaltungen verwendeten kontinuierlichen Abflusskanal, aus individuellen Öffnungen **41** besteht, fließt verwendete Flüssigkeit schneller aus der Wanne **14** ab. Auch erlaubt die Kombination des versetzt angeordneten Rotors und der Öffnungen **41** verwendeten Flüssigkeitstropfen, welche auf den Grund der Wanne fallen, die Wanne durch die Öffnungen aufgrund der Schwerkraft zu verlassen, anstatt auf die Wafer oder Werkstücke zurückzuspritzen und diese zu kontaminieren. Ein Drainagekanal unter den Öffnungen **41**, ähnlich dem in [Fig. 2](#) gezeigten Kanal, fängt die Tropfen und führt sie einem Abfluss zu.

[0039] Die [Fig. 6](#) und [Fig. 8](#) zeigen ein alternatives Ausführungsbeispiel mit einer Wanne **60**, die alternative Paare von ausgerichteten Drainagelöchern **62**

aufweist. Die Drainagelöcher sind elliptisch oder oval geformt. Die Hauptachse jedes Lochs erstreckt sich mit einem Winkel von ungefähr 30° zur Hauptachse der benachbarten Löcher in der benachbarten Reihe. Da der Schleuderrotor **18** eine Luftbewegung in der in [Fig. 6](#) gezeigten Richtung A erzeugt, bewegen sich an einem Rand einer Öffnung **62** anhaftende Flüssigkeitstropfen zur windabgewandten Seite (rechte Seite in [Fig. 6](#)) der Öffnungen **62** und sammeln sich am windabgewandten Radius des Lochs. Da sich die Tropfen am Radius sammeln und sich Volumen der Flüssigkeit aufhäuft übersteigt die Gravitationskraft die Oberflächenspannungs-Adhäsionskräfte und aerodynamischen Kräfte. Dann fallen die Tropfen durch die Öffnung in ein Sammelrohr oder einen Sammelkanal an der Außenseite der Wanne **14**.

5. Bearbeitungsgerät (**10**) gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der flache Medienhalter (**24**) eine Kassette innerhalb eines Kassettenhalters innerhalb des Rotors (**18**) ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

[0040] Wie in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigt ist, sind in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit einer Wannentiefe R von ungefähr 280 mm drei Reihen von Öffnungen **62** vorgesehen, wobei jede Reihe 5 Öffnungen hat. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Winkel und Abmessungen S; T; U; V; W; und X 15°; 29; 44; 22; bzw. 57 mm, wobei die anderen Abmessungen im Verhältnis maßstabsgerecht gezeigt sind.

Patentansprüche

1. Zentrifugales Bearbeitungsgerät (**10**) mit einem Gehäuse (**12**), einer Wanne (**14**) innerhalb des Gehäuses (**12**), einem oder mehreren Sprühverteilern (**20**, **26**) zum Sprühen von Flüssigkeiten oder Gasen in die Wanne (**14**), und einem Rotor (**18**), der innerhalb der Wanne (**14**) drehbar ist zum schnellen Drehen des Rotors (**18**) innerhalb der Wanne (**14**), **dadurch gekennzeichnet:**
dass der Rotor (**18**) innerhalb der Wanne (**14**) um eine Achse drehbar ist, die gegenüber einer Mittelpunktsachse der Wanne (**14**) versetzt ist.

2. Bearbeitungsgerät (**10**) gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch mehrere Abflussöffnungen (**41**) in der Wanne (**14**).

3. Bearbeitungsgerät (**10**) gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch einen flachen Medienhalter (**24**) innerhalb des Rotors (**18**).

4. Bearbeitungsgerät (**10**) gemäß Anspruch 3, ferner gekennzeichnet durch ein flaches Medienwerkstück (**22**) in dem Flachmedienhalter (**24**), wobei das flache Medienwerkstück (**22**) ausgewählt wurde aus der Gruppe, die besteht aus einem Siliziumwafer oder einem Wafer anderen Halbleitermaterials, Metallscheiben oder Glasscheiben, Flachpanels, in der Kataraktchirurgie verwendete Austauschlinsen, Fotomasken, optischen Scheiben, und magnetischen Scheiben.

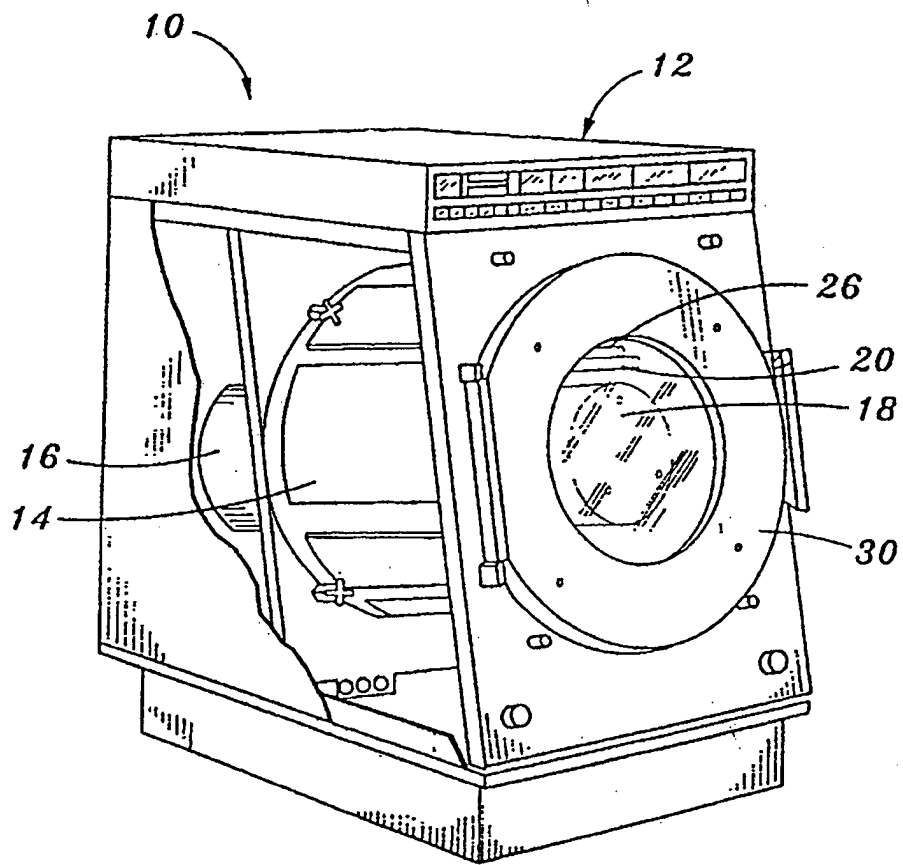


Fig. 1

Fig. 2
(STAND DER TECHNIK)

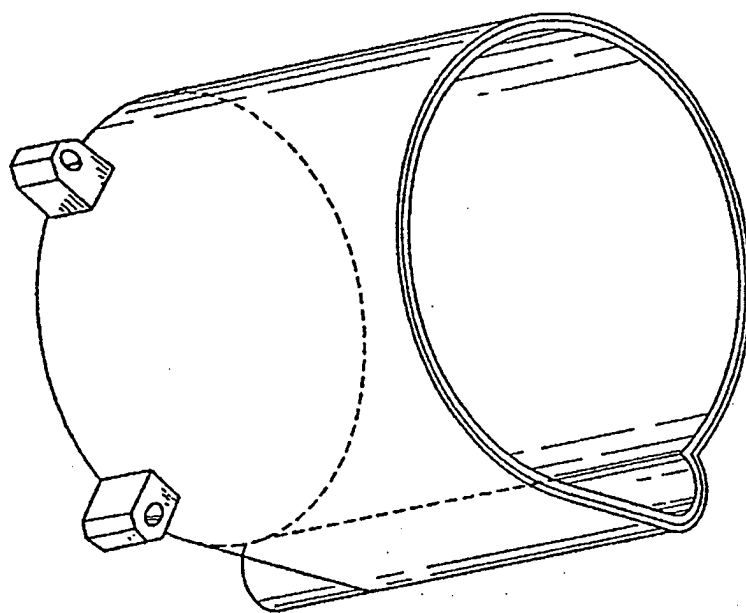


Fig. 3

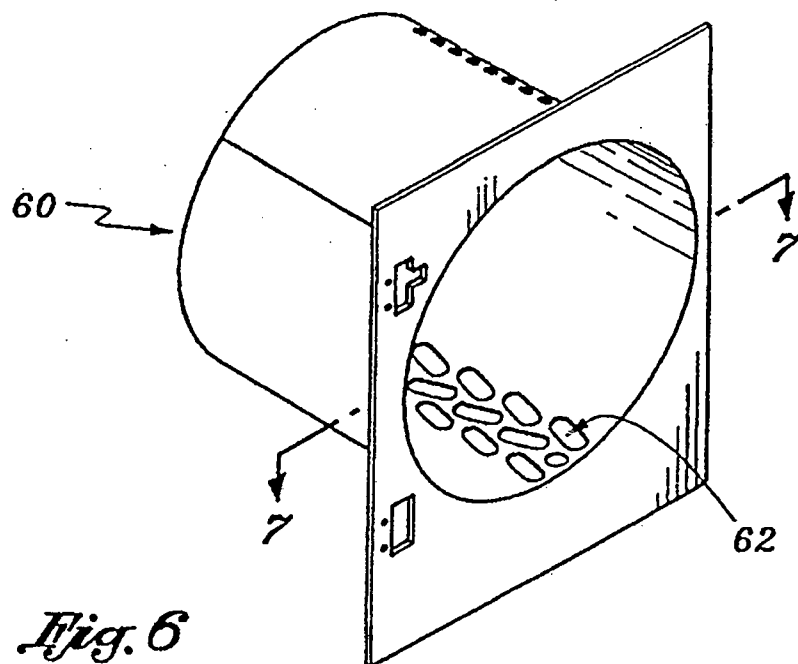
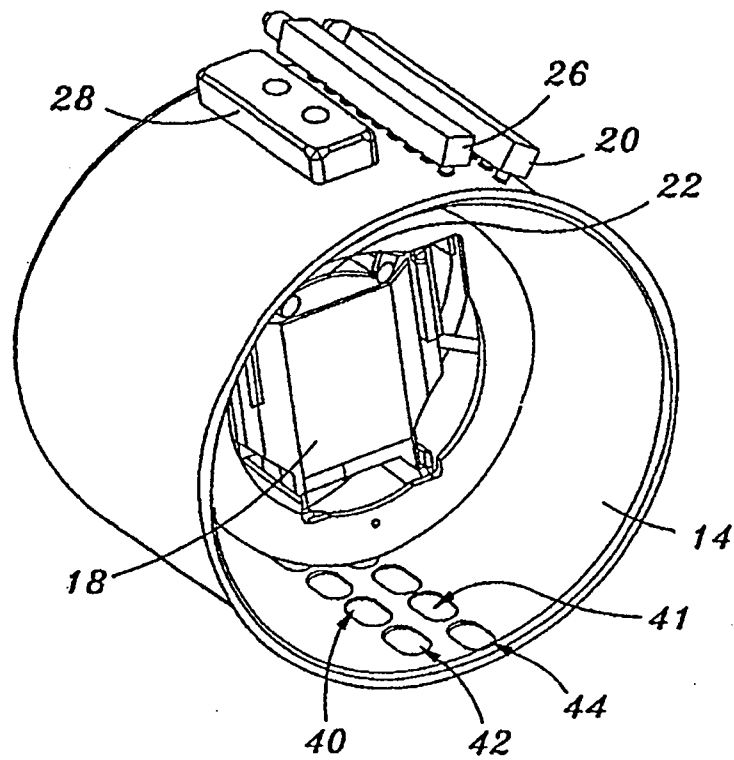
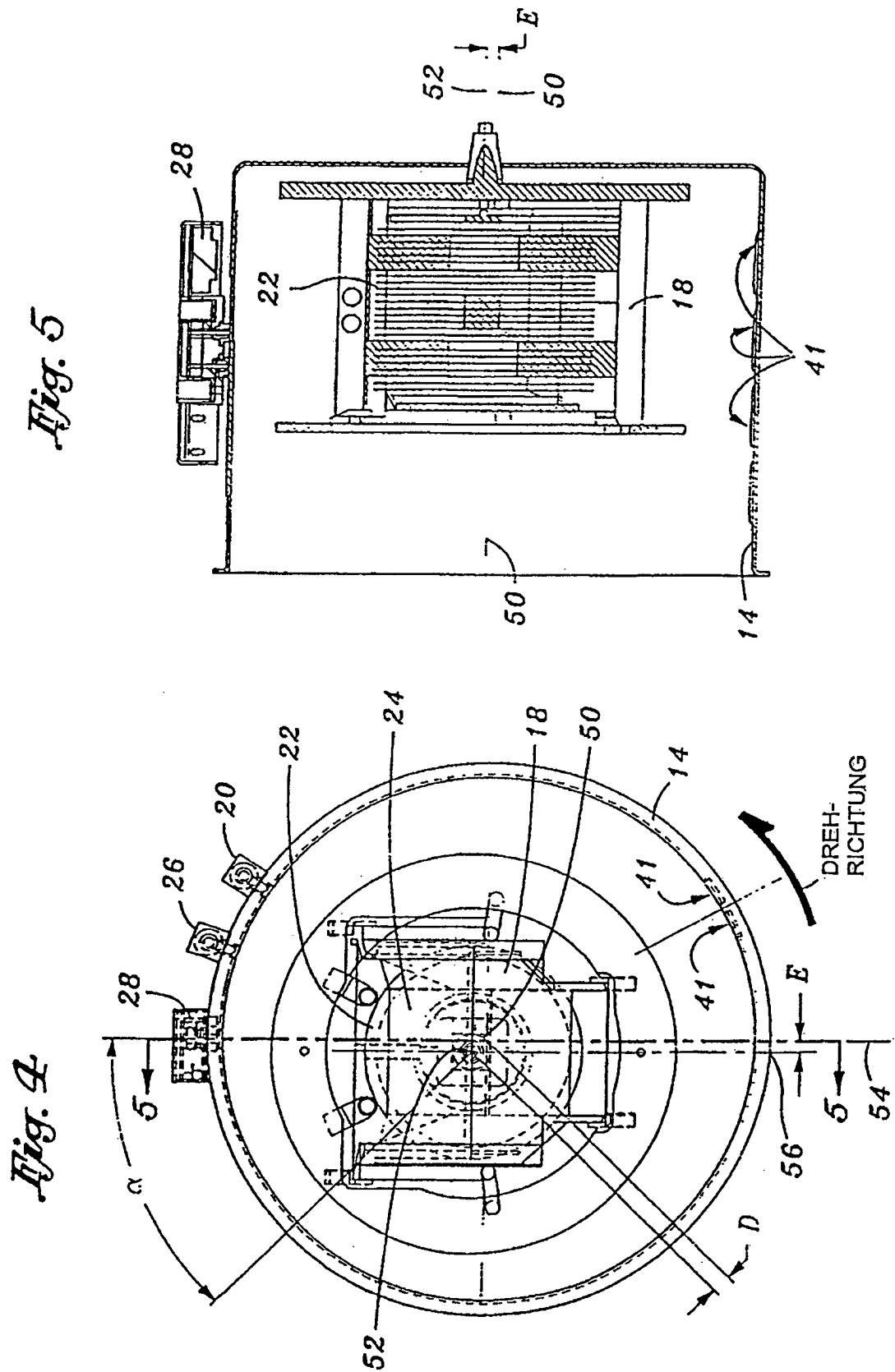


Fig. 6



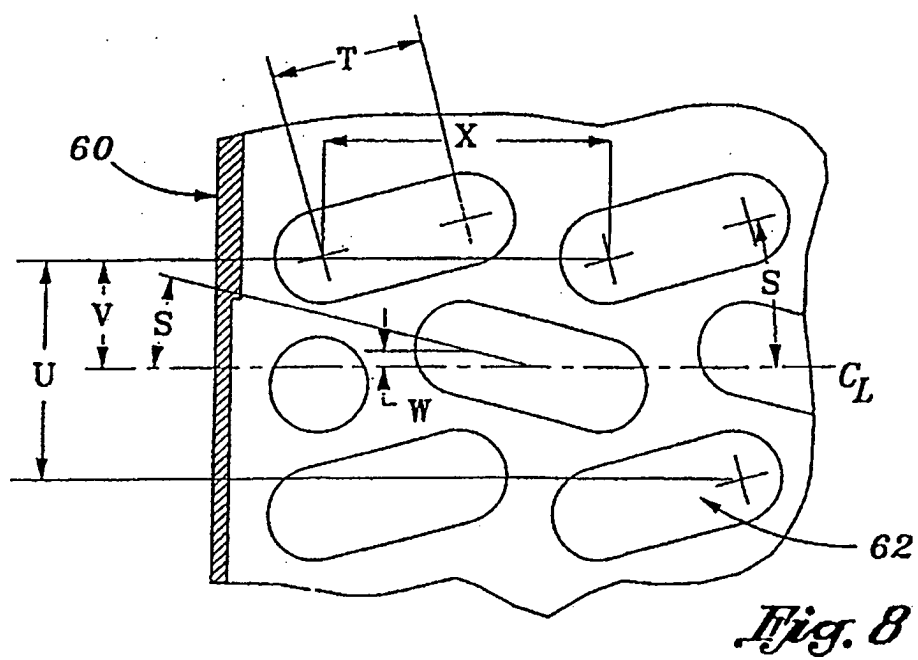
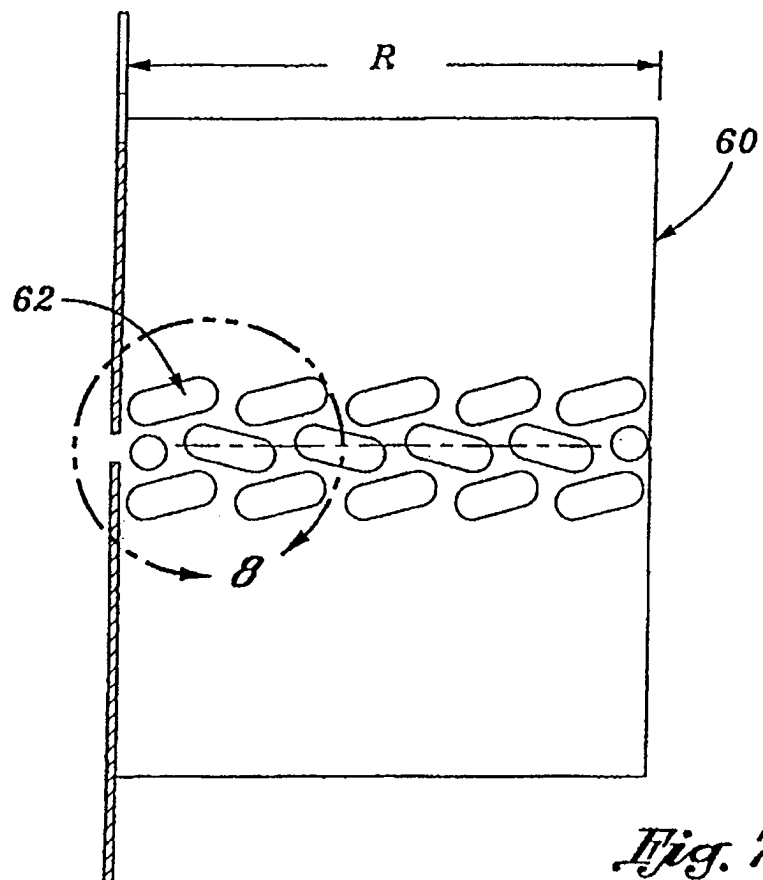


Fig. 9

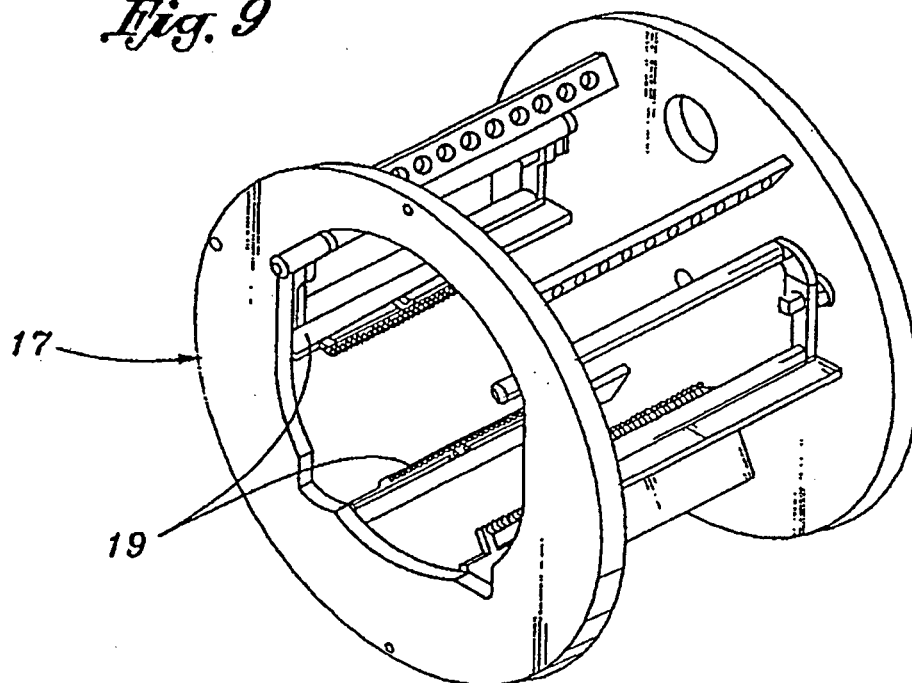


Fig. 10

