



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2009/025393**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 002 223.2**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2008/065351**
 (86) PCT-Anmeldetag: **21.08.2008**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.02.2009**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **05.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01J 37/32** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2007-214322 21.08.2007 JP
2007-214324 21.08.2007 JP

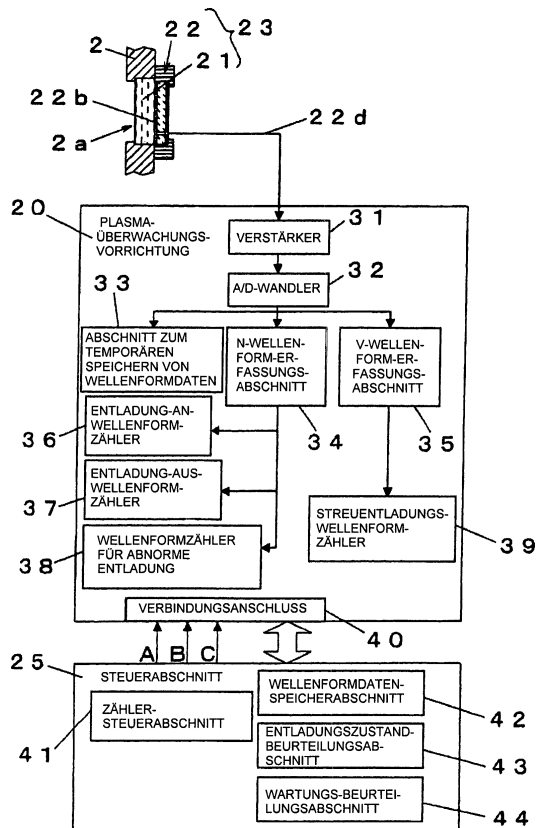
(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
 Schwanhäusser, 80802 München**

(71) Anmelder:
Panasonic Corp., Kadoma, Osaka, JP

(72) Erfinder:
**Arita, Kiyoshi, Kadoma-shi, Osaka, JP; Nonomura,
 Masaru, Kadoma-shi, Osaka, JP; Mizukami,
 Tatsuhiro, Kadoma-shi, Osaka, JP**

(54) Bezeichnung: **Plasmabearbeitungsvorrichtung und Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung eines zu bearbeitenden Objektes, das in einer Bearbeitungskammer aufgenommen ist, wobei sie umfasst:
 eine Vakuumkammer, die die Bearbeitungskammer bildet;
 einen Elektrodenabschnitt, der in der Bearbeitungskammer angeordnet ist;
 einen Vakuumabsaugabschnitt zum Absaugen von Gas aus der Bearbeitungskammer mittels Vakuum;
 einen Gaszuführabschnitt zum Zuführen von Gas, das zum Erzeugen von Plasma eingesetzt wird, in die Bearbeitungskammer;
 einen Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitt zum Erzeugen von Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer, wenn eine Hochfrequenzspannung an den Elektrodenabschnitt angelegt wird;
 eine Anpassungsvorrichtung zum Anpassen von Impedanz einer Plasmaentladungsschaltung zum Erzeugen von Plasmaentladung und Impedanz des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts; und
 eine Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in der Bearbeitungskammer, wobei die Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit enthält:
 einen Entladungserfassungssensor, der ein plattenförmiges dielektrisches Element aufweist, das an der Vakuumkammer so angebracht ist, dass eine Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes der in der Bearbeitungskammer erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegen kann, und der des Weiteren eine Sondenelektrode...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung eines zu bearbeitenden Objektes, wie beispielsweise einer Platte. Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren eine Plasmaentladungszustand-Beurteilungsvorrichtung zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes.

Technischer Hintergrund

[0002] Plasmabearbeitung ist als ein Oberflächenbearbeitungsverfahren bekannt, mit dem an einem zu bearbeitenden Objekt, wie beispielsweise einer Platte, auf der elektronische Teile montiert werden, Reinigen oder Ätzen ausgeführt wird. Bei der Plasmabearbeitung wird eine zu bearbeitende Platte in eine Vakuumkammer eingeführt, die eine Arbeitskammer bildet. Dann wird Plasmaentladung in der Arbeitskammer erzeugt. Wenn Ionen und Elektronen, die aufgrund der Plasmaentladung erzeugt werden, auf eine Oberfläche der Platte einwirken, wird vorgegebene Oberflächenbearbeitung ausgeführt. Um die Plasmabearbeitung stabil mit hoher Qualität auszuführen, ist es erforderlich, dass Plasmaentladung ordnungsgemäß in einem Zustand von Plasmaentladung erzeugt wird, der zuvor entsprechend einem zu bearbeitenden Objekt festgelegt worden ist. Daher sind bisher zum Überwachen eines Zustandes der Erzeugung von Plasmaentladung verschiedene Mittel und Methoden eingesetzt worden.

[0003] Beispielsweise ist ein Verfahren bekannt, mit dem ein Einfluss erfasst wird, der durch eine Änderung der Plasmaentladung aus bestimmten Gründen auf Spannung oder Strom eines Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts ausgeübt wird. Des Weiteren ist ein Verfahren bekannt, mit dem ein Zustand der Entladung geschätzt wird, wenn eine Gittervorspannung erfasst wird, die zwischen Elektroden durch Plasmaentladung erzeugt wird. Diese Verfahren weisen jedoch die im Folgenden aufgeführten Nachteile auf. Wenn es erforderlich ist, Plasmaentladung bei niedriger Ausgangsleistung zu erzeugen, ist die Erfassungsgenauigkeit gering, und es ist schwierig, einen Zustand der Plasmaentladung genau zu erfassen. Aufgrund der oben erwähnten Nachteile der herkömmlichen Verfahren ist in jüngster Zeit ein Verfahren eingesetzt worden, mit dem eine Änderung des Plasmaentladungszustandes direkt erfasst werden kann. Dazu ist beispielsweise auf Patentdokument 1 zu verweisen.

[0004] Dieses Verfahren erfasst, wie im Folgenden beschrieben, das Vorhandensein einer abnormen Entladung. Ein Entladungserfassungssensor mit einer Sondenelektrode zum Erfassen von elektrischem

Potenzial wird in einer Vakuumkammer angebracht, in der eine Arbeitskammer vorhanden ist. Wenn eine Änderung des elektrischen Potentials erfasst wird, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, wird erfasst, ob eine abnorme Entladung in der Arbeitskammer verursacht wird oder nicht. Patentdokument 1: JP-A-2003-318115 im Amtsblatt

[0005] Mit diesem Verfahren ist es möglich, mit hoher Empfindlichkeit eine Änderung des Zustandes von Plasmaentladung zu erfassen, die in der Arbeitskammer erzeugt wird. Daher ist es, selbst wenn eine Ausgangsleistung des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts niedrig ist, im Prinzip möglich, ordnungsgemäß zu erfassen, ob Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht, und es ist auch möglich, ordnungsgemäß zu überwachen, ob die Plasmaentladung abnorm ist oder nicht. Das oben erwähnte Patentdokument offenbart jedoch nicht eindeutig ein spezielles Anwendungsbeispiel, das erforderlich ist, um einen Betriebszustand mit hoher Genauigkeit dahingehend zu überwachen, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht, ob die Plasmaentladung normal oder abnorm ist und ob es erforderlich ist oder nicht, die Wartungsarbeit für die Vakuumkammer auszuführen. Daher besteht das Bedürfnis, ein neues Anwendungsverfahren bei einer realen Plasmaentladungsvorrichtung einzusetzen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Plasmabearbeitungsvorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, einen Betriebszustand mit hoher Genauigkeit dahingehend zu überwachen, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht, ob die Plasmaentladung normal oder abnorm ist und ob es erforderlich ist oder nicht, die Wartungsarbeit für die Vakuumkammer auszuführen.

[0007] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, ordnungsgemäß zu überwachen, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht und ob die Plasmaentladung normal oder abnorm ist.

[0008] Die vorliegende Erfindung schafft eine Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung eines zu bearbeitenden Objektes, das in einer Arbeitskammer aufgenommen ist, wobei sie umfasst: eine Vakuumkammer, die die Arbeitskammer bildet; einen Elektrodenabschnitt, der in der Arbeitskammer angeordnet ist; einen Vakuumabsaugabschnitt zum Absaugen von Gas aus der Arbeitskammer mittels Vakuums; einen Gaszuführabschnitt zum Zuführen von Gas, das zum Erzeugen von Plasma eingesetzt wird, in die Arbeitskammer; einen Hochfrequenzen-

ergie-Zuführabschnitt zum Erzeugen von Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer, wenn eine Hochfrequenzspannung an den Elektrodenabschnitt angelegt wird; eine Anpassungsvorrichtung zum Anpassen von Impedanz einer Plasmaentladungsschaltung zum Erzeugen von Plasmaentladung und Impedanz des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts; und eine Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in der Bearbeitungskammer, wobei die Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit enthält: einen Entladungserfassungssensor, der ein plattenförmiges dielektrisches Element aufweist, das an der Vakuumkammer so angebracht ist, dass eine Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes der in der Bearbeitungskammer erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegen kann, und der des Weiteren eine Sondenelektrode aufweist, die an der anderen Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes angeordnet ist; eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten, die eine Änderung des elektrischen Potentials empfangen, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, und ein Erfassungssignal immer dann ausgeben, wenn eine Änderung des elektrischen Potentials auftritt, die mit einer vorgegebenen Bedingung übereinstimmt; eine Vielzahl von Zählern, die jeweils der Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten entsprechen und das von dem entsprechenden Wellenform-Erfassungsabschnitt ausgegebene Erfassungssignal zählen und den gezählten Wert halten; und einen Beurteilungsabschnitt zum Beurteilen eines Betriebszustandes entsprechend dem gezählten Wert, wobei sich die vorgegebenen Bedingungen in den jeweiligen Wellenform-Erfassungsabschnitten voneinander unterscheiden.

[0009] Die Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung, die für eine Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung eines zu bearbeitenden Objektes eingesetzt wird, das in einer Bearbeitungskammer aufgenommen ist, um einen Plasmaentladungszustand in der Bearbeitungskammer zu überwachen, wobei sie umfasst: einen Entladungserfassungssensor, der ein plattenförmiges dielektrisches Element aufweist, das an einer Vakuumkammer, die die Bearbeitungskammer bildet, so angebracht ist, dass eine Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes der in der Bearbeitungskammer erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegen kann, und der des Weiteren eine Sondenelektrode aufweist, die an der anderen Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes angeordnet ist, sowie einen Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Empfangen einer Änderung des elektrischen Potentials, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, und zum Erfassen einer vorgegebenen Wellenform, wobei der

Wellenform-Erfassungsabschnitt enthält: einen N-Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfassen einer N-Wellenform einer elektrischen Potenzialänderung, die in einem N-förmigen Wellenformmuster ausgebildet ist, das zu einem stationären Wert zurückkehrt, nachdem ein elektrisches Potenzial sowohl zur positiven als auch zur negativen Seite ausgeschlagen hat, und einen V-Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfassen einer V-förmigen Wellenform einer elektrischen Potenzialänderung, die in einem V-förmigen Wellenformmuster ausgebildet ist, das zu einem stationären Wert zurückkehrt, nachdem das elektrische Potenzial nur zur negativen Seite ausgeschlagen hat.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung enthält die Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in der Bearbeitungskammer einen Entladungserfassungssensor, der wenigstens ein plattenförmiges dielektrisches Element aufweist, das in der Vakuumkammer angebracht ist, und des Weiteren eine Sondenelektrode aufweist, die an der anderen Seite dieses dielektrischen Elementes angeordnet ist; eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten, die eine Änderung des elektrischen Potentials empfangen, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, und ein Erfassungssignal immer dann ausgibt, wenn eine Änderung des elektrischen Potentials auftritt, die mit einer vorgegebenen anderen Bedingung übereinstimmt, und eine Vielzahl von Zählern, die ein von dem entsprechenden Wellenform-Erfassungsabschnitt ausgegebenes Erfassungssignal zählen und den gezählten Wert halten, wobei, wenn ein Betriebszustand entsprechend dem gezählten Wert beurteilt wird, es möglich ist, einen Betriebszustand dahingehend genau zu überwachen, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht, ob die Plasmaentladung normal oder abnorm ist und ob die Wartungsarbeit in der Vakuumkammer erforderlich ist oder nicht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht, die eine Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0012] [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Anordnung des Entladungserfassungssensors, der für die Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird.

[0013] [Fig. 3](#) ist ein Blockschaltbild, das eine Anordnung der Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung der Plasmabearbeitungsvorrichtung der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0014] [Fig. 4\(a\)](#) und [Fig. 4\(b\)](#) sind schematische

Darstellungen zur Erläuterung einer Wellenform der elektrischen Potenzialänderung und einer Wellenformüberwachungs-Zeitzone in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung.

[0015] [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm der Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung, die in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird.

[0016] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm der Wartungsbeurteilungsverarbeitung, die in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird.

[0017] [Fig. 7](#) ist ein Blockschaltbild, das einen Aufbau der Plasmaentladungszustand-Überwachungs-vorrichtung in der Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0018] [Fig. 8\(a\)](#) und [Fig. 8\(b\)](#) sind schematische Darstellungen zur Erläuterung einer Wellenform der elektrischen Potenzialänderung und einer Wellenformüberwachungs-Zeitzone in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung.

[0019] [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Verarbeitung zur Beurteilung des elektrischen Entladungszustandes in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

Beste Ausführungsweise der Erfindung

(Ausführungsform 1)

[0020] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht, die eine Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Anordnung des Entladungserfassungssensors, der für die Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. [Fig. 3](#) ist ein Blockschaltbild, das eine Anordnung der Plasmaentladungszustand-Überwachungs-vorrichtung der Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 4\(a\)](#) und [Fig. 4\(b\)](#) sind schematische Darstellungen zur Erläuterung einer Wellenform einer elektrischen Potenzialänderung und einer Wellenformüberwachungs-Zeitzone in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung. [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm der Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung, die in dem Plasmaentladungszu-

stand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird. [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm der Wartungsbeurteilungsverarbeitung, die in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird.

[0021] Zunächst wird im Folgenden unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ein Aufbau der Plasmabearbeitungsvorrichtung erläutert. In [Fig. 1](#) ist die Vakuumkammer **3** so aufgebaut, dass der Deckelabschnitt **2** an dem horizontalen Basisabschnitt **1** angeordnet ist, der mit einer Hebeeinheit (nicht dargestellt) frei angehoben wird. In einem Zustand, in dem der Klappenabschnitt **2** abgesenkt ist und mit einer oberen Fläche des Basisabschnitts **1** über das Dichtungselement **4** in Kontakt gebracht wird, wird die Vakuumkammer **3** in einen geschlossenen Zustand versetzt. Ein luftdicht abgeschlossener Raum, der von dem Basisabschnitt **1** und dem Klappenabschnitt **2** umgeben wird, bildet eine Arbeitskammer **3**, in der ein zu überarbeitendes Objekt aufgenommen und Plasmabearbeitung unterzogen wird. In der Arbeitskammer **3** ist der Elektrodenabschnitt **5** angeordnet. Der Elektrodenabschnitt **5** ist an dem Öffnungsabschnitt **1a**, der in dem Basisabschnitt **1** vorhanden ist, von der Unterseite über das Isolierelement **6** angebracht. An einer oberen Fläche des Elektrodenabschnitts **5** ist der isolierende Körper **7** angebracht. Die Platte **9**, die ein zu bearbeitendes Objekt ist, wird in der Platten-transportrichtung (der Richtung senkrecht zu der Fläche der Zeichnung) auf eine obere Fläche des isolierenden Körpers **7** transportiert, wobei beide seitlichen Endabschnitte durch das Führungselement **8** geführt werden.

[0022] Das offene Loch **1b**, das in dem Basisabschnitt **1** vorhanden ist, ist mit dem Entlüftungsventil **12**, dem Vakuummeter **15**, dem Gaszuführventil **13** und dem Vakuumventil **14** über die Rohrleitung **11** verbunden. Des Weiteren sind das Gaszuführventil **13** und das Vakuumventil **14** jeweils mit dem Gaszuführabschnitt **16** und der Vakuumpumpe **17** verbunden. Wenn das Vakuumventil **14** geöffnet wird und die Vakuumpumpe **17** dabei angetrieben wird, wird der Innenraum der Arbeitskammer **3a** mittels Vakuum ausgepumpt. Dabei wird der Grad des Vakuums mit dem Vakuummeter **15** erfasst. Das Vakuumventil **14** und die Vakuumpumpe **17** bilden einen Vakuum-Absaugabschnitt, mit dem der Innenraum der Arbeitskammer **3** mittels Vakuum abgesaugt wird. Wenn das Gaszuführventil **13** geöffnet wird, wird zum Erzeugen von Plasma eingesetztes Gas über den Gaszuführabschnitt **16** in die Arbeitskammer **3a** eingeleitet, die zum Erzeugen von Plasma dient. Der Gaszuführabschnitt **16** weist eine Strömungsgeschwindigkeits-Regulierfunktion auf. Damit ist es möglich, eine beliebige Menge an Gas, das zum Erzeugen von Plasma dient, in die Arbeitskammer **3a** einzuleiten. Wenn das Ablassventil

12 geöffnet wird, wird die Atmosphäre, wenn das Vakuum aufgehoben wird, in die Bearbeitungskammer **3a** eingeleitet.

[0023] Der Elektrodenabschnitt **5** ist über die Anpassungsvorrichtung **18** elektrisch mit dem Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitt **19** verbunden. Wenn der Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitt **19** in dem Zustand angesteuert wird, in dem Gas in die Bearbeitungskammer **3a** bei Abschluss des Absaugens mittels Vakuum eingeleitet wird, wird eine Hochfrequenzspannung zwischen dem Elektrodenabschnitt **5** und dem Klappenabschnitt **2** angelegt, der zu dem Erdabschnitt **10** geerdet ist. Aufgrund dieses Anlegens von Hochfrequenzspannung wird Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugt. Die Anpassungseinrichtung **18** dient dazu, Impedanz der Plasmaentladungsschaltung, die Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugt, und Impedanz des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts **19** aneinander anzupassen.

[0024] An der Seite des Klappenabschnitts **2** ist der kreisförmige Öffnungsabschnitt **2a** vorhanden, der als ein Beobachtungsfenster dient, über das eine Bedienungsperson den Innenraum der Bearbeitungskammer **3a** außerhalb der Vakuumkammer **3** beobachten kann. In dem Öffnungsabschnitt **2a** ist der Entladungserfassungssensor **23**, der ein dielektrisches Element **21** und eine Sondenelektrodeneinheit **22** enthält, mit dem Trageelement **24** von außerhalb des Plattenabschnitts **2** befestigt. Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird im Folgenden eine Anordnung des Entladungserfassungssensors **23** erläutert. Das dielektrische Element **21**, das aus optisch transparentem Glas besteht, ist an dem Öffnungsabschnitt **2a** angebracht, der an dem Klappenabschnitt **2** vorhanden ist. In der Bearbeitungskammer **3a** wird Plasmaentladung zwischen dem Elektrodenabschnitt **5** und dem Deckelabschnitt **2** erzeugt. Das dielektrische Element **21** ist an dem Öffnungsabschnitt **2a**, der in der Vakuumkammer **3** vorhanden ist, in einer Position angebracht, in der eine der Flächen des dielektrischen Elementes **21** der in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegt.

[0025] An der anderen Fläche des dielektrischen Elementes **21**, d. h. an der Fläche außerhalb der Vakuumkammer **3**, ist die Sondenelektrodeneinheit **22** angebracht. Die Sondenelektrodeneinheit **22** ist eine integrierte Komponente, mit der die Sondenelektrode **22a** an einer der Flächen der Glasplatte **22a** ausgebildet ist, und die Abschirmelektrode **22c** ist an der anderen Fläche ausgebildet. Wenn die Sondenelektrodeneinheit **22** an dem dielektrischen Element **21** angebracht ist und der Entladungserfassungssensor **23** ausgebildet ist, wird sie in dem Zustand, in dem die Sondenelektrode **22b** in engem Kontakt mit einer Außenfläche (der anderen Fläche) des dielektrischen Elementes **21** in Kontakt ist, an dem Klappenab-

schnitt **2** durch das Trageelement **24** getragen, das aus leitendem Metall besteht. Das heißt, der Entladungserfassungssensor **23** enthält wenigstens ein plattenförmiges dielektrisches Element **21**, das an der Vakuumkammer **3** so angebracht ist, dass eine Fläche der in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegen kann, sowie eine Sondenelektrode **22b**, die an der anderen Fläche des dielektrischen Elementes **21** angeordnet ist. Die Sondenelektrode **22b** ist über den Erfassungszuleitungsdraht **22d** mit der Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** verbunden.

[0026] Wenn Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugt wird, ist die Sondenelektrode **22b** über das dielektrische Element **21** und die Ummantelung S, die eine elektrische Raumladungsschicht ist, die an der Grenzfläche des in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugten Plasmas P und des dielektrischen Elementes **21** ausgebildet ist, elektrisch mit dem Plasma P verbunden. Das heißt, ein Stromkreis wird, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, erzeugt, in dem Kondensator C1, der aus dem dielektrischen Element **21** besteht, Kondensator C2, dessen Kapazität Ummantelung S entspricht, und Widerstand R aus Plasma P in Reihe miteinander verbunden sind. In der Sondenelektrode **22b** wird ein elektrisches Potenzial induziert, das dem Zustand von Plasma P entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform wird das elektrische Potenzial der Sondenelektrode **22b** durch den Erfassungszuleitungsdraht **22d** in die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** eingeleitet, und eine Änderung des elektrischen Potenzials, die dem Zustand von Plasma P entspricht, wird von der Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** überwacht. Auf diese Weise wird der Plasmaentladungszustand in der Bearbeitungskammer **3a** überwacht.

[0027] In der Bearbeitungskammer **3** fluktuiert, wenn eine abnorme Entladung am Rand der Platte **9** erzeugt wird, die an dem Elektrodenabschnitt **5** montiert ist, ein Zustand von in der Verarbeitungskammer **3a** erzeugtem Plasma P. Diese Fluktuation von Plasma P ändert die Impedanz des oben beschriebenen Stromkreises. Daher wird diese Fluktuation als eine Änderung des elektrischen Potenzials der Sondenelektrode **22b** erfasst. Diese Änderung des elektrischen Potenzials wird mit hoher Empfindlichkeit erfasst. Daher ist diese Erfassung beim Erfassen der Änderung des elektrischen Potenzials dadurch gekennzeichnet, dass selbst eine geringfügige Fluktuation, die mit den herkömmlichen Verfahren selten erfasst werden kann, erfasst werden kann. Die Funktion der Abschirmelektrode **22c** besteht darin, die Außenseite der Sondenelektrode **22b** elektrisch abzuschirmen. Daher wird eine in der Abschirmelektrode **22c** erzeugte elektrische Ladung über das leitende Trageelement **24** an den Klappenabschnitt **2** abgegeben. Aufgrund der oben beschriebenen Vorgänge kann Rauschen aufgrund der Änderung des in der

Sondenelektrode **22b** induzierten elektrischen Potentials reduziert werden.

[0028] In der vorliegenden Ausführungsform sind sowohl die Sondenelektrode **22b** als auch die Abschirmelektrode **22c** so ausgebildet, dass ein transparentes leitendes Material, wie beispielsweise ITO, auf eine Oberfläche der Glasplatte **22a** getragen wird, die wie ein Film geformt ist. Aufgrund dieser Struktur kann eine Bedienungsperson, wenn der Entladungserfassungsabschnitt **23** an dem Öffnungsabschnitt **2a** angebracht ist, den Innenraum der Bearbeitungskammer **3a** von außerhalb des Klappenabschnitts **2** über den Öffnungsabschnitt **2a** beobachten. Bei dem in der vorliegenden Ausführungsform gezeigten Entladungserfassungssensor **23** besteht das dielektrische Element **21** aus einem optisch transparenten Glas, das an dem Öffnungsabschnitt **2a** (dem Beobachtungsfenster) angebracht ist, der dazu dient, den Innenraum der Bearbeitungskammer **3a** von außerhalb der Vakuumkammer **3** zu beobachten, und die Sondenelektrode **22b** besteht aus einem optisch transparenten leitenden Material.

[0029] Aufgrund des oben beschriebenen Aufbaus können sowohl das Beobachtungsfenster zum Beobachten des Innenraums der Bearbeitungskammer **3a** als auch die Sondenelektrode **22b** zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes gleichzeitig eingesetzt werden. Da das dielektrische Element **21** Plasma P ausgesetzt ist, das in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugt wird, wird eine Oberfläche des dielektrischen Elementes **21** beschädigt. Daher ist es notwendig, das dielektrische Element **21a** in einem vorgegebenen Intervall auszutauschen. Selbst in diesem Fall reicht es, da die Sondenelektrodenheit **22** und das dielektrische Element **21** separat voneinander ausgebildet sind, aus, dass nur das dielektrische Element **21**, das eines der Verschleißteile ist, ersetzt wird, und es ist nicht notwendig, die Sondenelektrodenheit **22** zu ersetzen.

[0030] Die Plasmabearbeitungsvorrichtung enthält einen Steuerabschnitt **25** zum Steuern der Gesamtfunktion. Wenn der Steuerabschnitt **25** ein Lüftungsventil **12**, Gaszuführventil **13**, Vakuumventil **14**, Vakuummeter **15**, Gaszuführabschnitt **16**, Vakuumpumpe **17** und Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitt **19** steuert, kann jeder für die Plasmabearbeitung erforderliche Vorgang ausgeführt werden. Der Steuerabschnitt **25** steuert die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20**, und gleichzeitig besteht die Funktion des Steuerabschnitts **25** darin, ein Ergebnis der Erfassung zu empfangen, das mit der Plasma-Überwachungsvorrichtung **22** gewonnen wird, und erforderliche Steuerverarbeitung auszuführen. Der Steuerabschnitt **25** enthält einen Betätigungs-und-Eingabe-Abschnitt **26** sowie einen Anzeigeabschnitt **27**. Der Betätigungs-und-Eingabe-Abschnitt **26** gibt bei Ausführung des Plasmabearbeitungsvorgangs ver-

schiedene Betätigungen und Daten ein. Der Anzeigeabschnitt **27** zeigt bei der durch den Betätigungs-und-Eingabe-Abschnitt **26** ausgeführten Eingabebetätigung eine Betätigungsbildebene an. Des Weiteren zeigt der Anzeigeabschnitt **27** ein Ergebnis der durch den Steuerabschnitt **25** vorgenommenen Beurteilung entsprechend dem Ergebnis der Erfassung der Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** an.

[0031] Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) der Aufbau und die Funktion der Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** und des Steuerabschnitts **25** erläutert. In [Fig. 3](#) enthält die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** einen Verstärker **31**, einen A/D-Wandler **32**, einen Abschnitt **33** zum temporären Speichern von Wellenformdaten, einen N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34**, einen V-Wellenform-Erfassungsabschnitt **35**, einen Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, einen Entladung-AUS-Wellenformzähler **37**, einen Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und einen Streuentladungs-Wellenformzähler **39**. Der Verstärker **31** verstärkt eine Änderung des elektrischen Potentials der Sondenelektrode **22b**, die über den Erfassungs-Zuleitungsdraht **22d** übertragen wird. Der A/D-Wandler **32** führt Analog-Digital-Umwandlung eines Signals der Änderung des elektrischen Potentials, das durch Verstärker **31** verstärkt wird, zu einem A/D-Signal durch. Ein Spannungsverschiebungssignal, das Analog-Digital-Umwandlung durch A/D-Wandler unterzogen worden ist, d. h., ein digitales Signal, das eine Spannungsänderung anzeigt, wird zu dem Abschnitt **33** zum temporären Speichern von Wellenformdaten, dem N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** und dem V-Wellenform-Erfassungsabschnitt **35** gesendet. Der Abschnitt **33** zum temporären Speichern von Wellenformdaten speichert temporär ein digitales Signal, das eine Änderung des elektrischen Potentials anzeigt und empfangen worden ist, als Wellenformdaten. Der N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** erkennt das empfangene digitale Signal als eine Wellenform, und die so erkannte Wellenform wird mit einer vorgegebenen Bedingung verglichen, die im Voraus festgelegt worden ist. Der N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** erfasst eine N-förmige Wellenform, die ein N-förmiges Wellenformmuster hat. Wenn die N-förmige Wellenform erfasst wird, wird bei jeder Erfassung ein Erfassungssignal ausgegeben. Der V-Wellenform-Erfassungsabschnitt **35** erkennt auf die gleiche Weise das empfangene digitale Signal als eine Wellenform, und die so erkannte Wellenform wird mit einer vorgegebenen Bedingung verglichen, die im Voraus festgelegt worden ist, und er erfasst eine V-förmige Wellenform mit einem V-förmigen Wellenformmuster. Wenn die V-förmige Wellenform erfasst wird, wird ein Erfassungssignal bei jeder Erfassung ausgegeben. Das heißt, der N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** und der V-Wellenform-Erfassungsabschnitt **35** sind eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten zum Empfangen

einer Änderung des elektrischen Potentials, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode **22b** induziert wird, und zum Erfassen einer vorgegebenen Wellenform. Sie dienen beide dazu, dann ein Erfassungssignal auszugeben, wenn eine Änderung des elektrischen Potentials auftritt, die mit einer vorgegebenen Bedingung übereinstimmt. In dem N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** und dem V-Wellenform-Erfassungsabschnitt **35** unterscheidet sich eine vorgegebene Bedingung, die zum Erfassen einer Wellenform festgelegt ist, entsprechend dem zu erfassenden Wellenformmuster, wie dies weiter unten erläutert wird.

[0032] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4\(a\)](#) und [Fig. 4\(b\)](#), wird ein Wellenformmuster der Wellenform erläutert, die erfasst wird, wenn eine Änderung des elektrischen Potentials durch den Entladungserfassungssensor **23** beim Betrieb der Plasmabearbeitungsvorrichtung empfangen wird. Des Weiteren wird ein Typ der abnormen Entladung erläutert, die in der Bearbeitungskammer **3a** beim Betrieb der Plasmabearbeitungsvorrichtung erzeugt wird. [Fig. 4\(a\)](#) ist eine Ansicht, die ein Wellenformmuster zeigt, das beim Vorgang vom Beginn des Betriebes der Plasmabearbeitungsvorrichtung bis zum Abschluss des Betriebes erfasst wird, und die auch eine vorgegebene Zeit zeigt, die im Voraus zum Erfassen des Wellenformmusters festgelegt worden ist. In diesem Fall ist die vorgegebene Zeit die erste vorgegebene Zeit T_a , die zweite vorgegebene Zeit T_b und die dritte vorgegebene Zeit T_c .

[0033] Das in [Fig. 4\(b\)](#) gezeigte Zeitdiagramm zeigt die Einstellzeit einer Vielzahl von Wellenformüberwachungs-Zeitzone, denen eine vorgegebene Zeit zugewiesen ist, wobei die Einstellzeit auf die Zeit von Beginn und Ende des Anlegens von Hochfrequenzenergiezufuhr bezogen dargestellt ist, das durch den Hochfrequenzstrom-Zuführabschnitt **19** ausgeführt wird. In diesem Fall wird die Wellenformüberwachungs-Zeitzone so festgelegt, dass eine Zeitzone zum Überwachen und Zählen einer erfassten Wellenform für jeden Typ Wellenform angegeben werden kann. In der vorliegenden Ausführungsform sind drei Zeitzone, die die erste Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B] und die letzte Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] einschließen, die weiter unten erläutert werden, bezüglich der oben beschriebenen vorgegebenen Zeit festgelegt.

[0034] Zunächst sind die erste vorgegebene Zeit T_a und die dritte vorgegebene Zeit T_c , die in [Fig. 4\(a\)](#) dargestellt sind, eine vorgegebene Zeit, die der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] zum Erfassen einer Wellenform zugewiesen wird, die zum Beginn des Anlegens der Hochfrequenzstrom-Zufuhr auftritt, und die vorgegebene Zeit, die der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] zum Erfas-

sen einer Wellenform zugewiesen wird, die beim Abschluss des Anlegens der Hochfrequenzstrom-Zufuhr erfasst wird. Die erste Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] ist eine Zeitzone, in der die erste vorgegebene Zeit T_a auf einen Zeitraum festgelegt ist, in dem eine Wellenform sicher erfasst werden kann, und die eine Anlege-Anfangszeit (bezüglich dieser Zeit siehe die Zeit t_1 , die R_{Fon} in dem Zeitdiagramm in [Fig. 4\(b\)](#) zeigt) der Hochfrequenzspannung, die durch den Hochfrequenzstrom-Zuführabschnitt **19** ausgeführt wird, beinhaltet, während die Zeit um die überschüssige Zeit $t\Delta 1$ vor der Zeit t_1 als der Anfangspunkt festgelegt wird. Die letzte Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] ist eine Zeitzone, in der die dritte vorgegebene Zeit T_c auf einen Zeitraum festgelegt ist, in dem eine Wellenform sicher erfasst werden kann, und die eine Anlege-Abschlusszeit (bezüglich dieser Zeit siehe die Zeit t_2 , die R_{Foff} in dem Zeitdiagramm in [Fig. 4\(b\)](#) zeigt) der Hochfrequenzspannung, die durch den Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitt **19** ausgeführt wird, beinhaltet, während die Zeit um die überschüssige Zeit $t\Delta 2$ nach der Zeit t_2 , als der Anfangspunkt festgelegt wird.

[0035] In der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] wird das N-Wellenformmuster der elektrischen Potenzialänderung (N1-Wellenform WN1) erfasst, bei dem es sich um ein Wellenformmuster handelt, das typisch für eine Änderung des Plasmaentladungszustandes ist, die durch den Beginn und den Abschluss des Anlegens der Hochfrequenzstromquelle verursacht wird, d. h., das ein N-förmiges Wellenformmuster ist, bei dem das elektrische Potenzial sowohl zur positiven als auch zur negativen Seite ausschlägt und dann zu einem stationären Wert zurückkehrt, wie dies in [Fig. 4\(a\)](#) dargestellt ist. Diese Wellenform wird erfasst, wenn festgestellt wird, dass der Zustand mit einer vorgegebenen Bedingung übereinstimmt, d. h., wenn festgestellt wird, dass eine Änderung des erfassten elektrischen Potentials den Schwellenwertpegel $\pm V_{th}$ erreicht, der zuvor sowohl auf der positiven als auch der negativen Seite eingestellt worden ist.

[0036] Die Zeitzone, die sich zwischen der ersten Wellenformüberwachungs-Zone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zone [C] befindet, d. h., die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zone [B], die so festgelegt worden ist, dass sie die zweite vorgegebene Zeit t_b einschließt, ist eine Zeitzone, die der Fortsetzung von normalem Betrieb entspricht. In diesem Fall wird das Auftreten einer Wellenform der elektrischen Potenzialänderung durch eine abnorme Erscheinung beobachtet, die eine Ausnahme gegenüber der Wellenform der elektrischen Potenzialänderung darstellt, die bei einer normalen Zustandsänderung am Anfang und am Ende des Anlegens der Hochfrequenz-Stromquelle verursacht wird. Das heißt, in der Zwischen-Wellenformüberwa-

chungs-Zeitzone [B] sind, wie in [Fig. 4\(a\)](#) gezeigt, eine Wellenform, die bei einer abnormen Entladung auftritt, und eine Streuentladung zu überwachende Objekte.

[0037] Die abnorme Entladung ist eine Entladung, die nicht normal ist und die zwischen der Platte **9**, die sich an dem Elektrodenabschnitt **5** angebracht ist, und dem Elektrodenabschnitt **5** erzeugt wird. Die abnorme Entladung wird dann erzeugt, wenn ein Zwischenraum zwischen der Platte **9** und dem isolierenden Körper **7** unter der Bedingung entsteht, dass die Platte **9**, die durch starke Krümmung verformt wird, an den Elektrodenabschnitt **5** gebracht wird. In diesem Fall ist die Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, die eine zeitbedingte Änderung des elektrischen Potentials der Sondenelektrode **22b** zeigt, ein N-förmiges Wellenformmuster der Änderung des elektrischen Potentials (N2-Wellenform WN2), bei der das elektrische Potenzial stark sowohl zur positiven als auch zur negativen Seite ausschlägt und dann zu einem stationären Wert zurückkehrt. Auf die gleiche Weise wie oben beschrieben, wird diese Wellenform erfasst, indem festgestellt wird, dass der Zustand mit der bereits beschriebenen Bedingung übereinstimmt.

[0038] Die N-Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, wie beispielsweise eine N1-Wellenform WN1 oder eine N2-Wellenform WN2, wird hauptsächlich durch den N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** erfasst. Das heißt, der N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** ist der erste Wellenform-Erfassungsabschnitt, der eine Änderung des elektrischen Potentials empfängt, die in der Sondenelektrode **22b** entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung induziert wird, und eine Änderung des elektrischen Potentials des spezifischen Musters erfasst, das entsprechend der oben erwähnten abnormen Entladung erzeugt wird. Der N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** erfasst eine N-Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, die mit der oben beschriebenen vorgegebenen Bedingung übereinstimmt, und gibt ein Erfassungssignal an den Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** und den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung aus, wie dies weiter unten erläutert wird.

[0039] Dabei gehören die N-Wellenform WN1, die in der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] erfasst wird, und die N2-Wellenform WN2, die durch eine abnorme Entladung verursacht wird, gleichermaßen zu dem N-Wellenformmuster der Änderung des elektrischen Potentials. Die Gründe für die Erzeugung unterscheiden sich jedoch voneinander. Daher unterscheiden sich die Ablenkungsweiten erheblich voneinander. In der vorliegenden Ausführungsform 1 werden die N-Wellenformen, deren Ausschlagbreiten sich voneinander unterscheiden, mit

dem gleichen N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** erfasst.

[0040] Im Folgenden wird die Streuentladung erläutert. Die Streuentladung ist eine geringfügige Entladung, die zwischen einem Abschnitt, wie beispielsweise einem Elektrodenabschnitt **5**, oder einem Führungselement **8**, das in der Bearbeitungskammer **3a** vorhanden ist und an das eine Hochfrequenzspannung angelegt wird, und einem Abschnitt am Rand erzeugt wird, dessen elektrisches Potenzial dem elektrischen Erdpotential gleich ist. Die oben beschriebene Streuentladung wird durch die Verringerung der Isoliereigenschaften erzeugt, die verursacht wird, wenn Fremdkörper, die durch die Ausführung der Plasmabearbeitung erzeugt werden, an dem Führungsabschnitt **8** zum Führen des Transports der Platte **9** und in dem Öffnungsabschnitt **1a** anhaften und abgelagert werden. Insbesondere an einem Abschnitt, wie beispielsweise einer Seite des Führungselementes **8** oder einer Innenseite des Öffnungsabschnitts **1a**, von denen die anhaftenden Fremdkörper selten durch direktes Injizieren von Plasma entfernt werden können, kommt es zum Anhaften und Ablagern von feinen Teilchen aus Harz und Metall, die von einem Werkstück entfernt werden. Dadurch verringert sich das Isoliervermögen in diesen Abschnitten, und die Streuentladung wird zwischen diesen Abschnitten und dem geerdeten Basiselement **1** erzeugt.

[0041] In diesem Fall beeinflusst die Streuentladung einen Plasmaentladungszustand in der Bearbeitungskammer **3a** nicht so stark. Daher wird die Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, die eine Änderung des elektrischen Potentials der Sondenelektrode **22b** im Verlauf der Zeit zeigt, ein V-förmiges Wellenformmuster der Änderung des elektrischen Potentials, bei dem das elektrische Potenzial nur zur negativen Seite hin ausschlägt und dann wie bei der in [Fig. 4\(a\)](#) gezeigten V-förmigen Wellenform WV zu dem stationären Wert zurückkehrt. Diese V-förmige Wellenform wird erfasst, indem festgestellt wird, dass die erfasste Änderung des elektrischen Potentials den Schwellenwertpegel $\pm V_{th}$, der zuvor sowohl auf der positiven als auch der negativen Seite festgelegt wurde, nur auf der negativen Seite erreicht hat.

[0042] Diese V-förmige Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials wird hauptsächlich durch den Abschnitt **35** zum Erfassen einer V-förmigen Wellenform erfasst. Das heißt, dieser Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform ist der zweite Wellenform-Erfassungsabschnitt, der eine elektrische Potenzialänderung empfängt, die entsprechend der Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode **22b** auf die gleiche Weise induziert wird, und eine Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials mit dem speziellen Muster erfasst,

das durch die bereits beschriebene Streuentladung verursacht wird. Der Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform erfasst eine Änderung der oben beschriebenen V-förmigen Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, die mit einer vorgegebenen Bedingung übereinstimmt, und gibt ein Erfassungssignal an den Streuentladungs-Wellenformzähler **39** aus.

[0043] Wenn der Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform und der Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform jeweils ein spezifisches Muster erfassen, das ein zu erfassendes Objekt ist, geben der Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform bzw. der Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform ein Erfassungssignal, das ausdrückt, dass die Wellenform des spezifischen Musters erfasst worden ist, an den Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37**, den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und den Streuentladungs-Wellenformzähler **39** aus. Der Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, der Entladung-AUS-Wellenformzähler **37**, der Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und der Streuentladungs-Wellenformzähler **39** sind eine Vielzahl von Zählern, die einer Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten (dem Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform, dem Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform) entsprechen, das von dem entsprechenden Wellenform-Erfassungsabschnitt ausgegebene Erfassungssignal zählen und den gezählten Wert halten.

[0044] Zunächst werden der Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, der Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** und der Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung erläutert, die das von dem Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform ausgegebene Signal zählen. Der Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, der Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** und der Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung sind eine Vielzahl von Zählern (die ersten Zähler), die das von dem Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform ausgegebene Erfassungssignal zählen und den gezählten Wert halten. Die Vielzahl von Zählern zeichnen die Häufigkeit auf, mit der der Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform N-förmige Wellenformen erfasst.

[0045] Die Wellenformüberwachungs-Zeitzone, in der das von dem Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform ausgegebene Erfassungssignal durch die Vielzahl von Zählern (in diesem Fall drei Zähler), wie oben beschrieben gezählt wird, wird im Voraus für jeden Zähler festgelegt, um die Konfiguration auszubilden, die drei Zähler aufweist, die jeweiligen Wellenformüberwachungs-Zonen entsprechen. Diese Wellenformüberwachungs-Zeitzone werden, wie in [Fig. 4\(b\)](#) gezeigt, im Voraus so festge-

legt, dass sie sich auf die Anlege-Anfangszeit der Hochfrequenzspannung an den Elektrodenabschnitt **5** in der Plasmabearbeitungsvorrichtung beziehen, d. h. auf die Ansteuer-AN/AUS-Zeit des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts **19** beziehen.

[0046] Der Entladung-AN-Wellenformzähler **36** zählt ein Erfassungssignal der N1-Wellenform WN1, das in [Fig. 4\(a\)](#) gezeigt ist, in der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], die so festgelegt worden ist, dass sie die Anlege-Anfangszeit der Hochfrequenzspannung einschließt, und hält den gezählten Wert. Der Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** zählt ein Erfassungssignal der N1-Wellenform WN1, die in [Fig. 4\(a\)](#) gezeigt ist, in der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C], die so festgelegt worden ist, dass sie die Anlege-Abschlusszeit der Hochfrequenzspannung einschließt, und hält den gezählten Wert. Der Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung zählt ein Erfassungssignal der N2-Wellenform WN2, wie dies in [Fig. 4\(a\)](#) gezeigt ist, in der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B], die so festgelegt worden ist, dass sie die Zeitzone (die zweite vorgegebene Zeit T_b) einschließt, die sich zwischen der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] befindet, und hält den gezählten Wert. Der Streuentladungs-Wellenformzähler **39** ist ein Zählabschnitt, der die Häufigkeit der Erfassung der Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials zählt, die durch den Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform ausgeführt wird, der der zweite Wellenform-Erfassungsabschnitt ist, und hält den gezählten Wert. Der Streuentladungs-Wellenformzähler **39** ist der zweite Zähler, mit dem die Häufigkeit gespeichert wird, mit der der Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform die V-förmige Wellenform WV erfasst.

[0047] Der Steuerabschnitt **25** enthält einen Zähler-Steuerabschnitt **41**, einen Wellenformdaten-Speicherabschnitt **42**, einen Entladungszustand-Beurteilungsabschnitt **43** und einen Wartungs-Beurteilungsabschnitt **44**. Der Zähler-Steuerabschnitt **41** steuert eine Vielzahl von Zählern (den Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37**, den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung) so, dass das Erfassungssignal nur zu der Zeit gezählt werden kann, die einer zuvor festgelegten Wellenformüberwachungs-Zeitzone entspricht. Der Zähler-Steuerabschnitt **41** ist mit dem Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, dem Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und dem Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** mittels dreier Zähler-Steuerkanäle A, B und C über den Verbindungsanschluss **40** verbunden.

[0048] Wenn der Zähler-Steuerabschnitt **41** diese Zähler steuert, zählt, wie in [Fig. 4\(b\)](#) gezeigt, jeder Zähler ein Erfassungssignal, das von dem Abschnitt

34 zum Erfassen der N-förmigen Wellenform und dem Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform ausgegeben wird, nur zu der Erfassungszeit der Wellenformfassungs-Zeitzone, die dem betreffenden Zähler zugewiesen ist. Aufgrund des oben beschriebenen Sachverhaltes kann von der großen Anzahl von Wellenformdaten, die durch den Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform und den Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform erfasst werden, nur die Wellenform gezählt werden, die zu der Zeit auftritt, die für Beurteilung gültig ist. Dabei entsprechen die Zähler-Steuerkanäle A, B und C jeweils der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C].

[0049] Der Wellenformdaten-Speicherabschnitt **42** speichert Daten, anhand derer beurteilt wird, ob die Wellenformdaten, d. h. die Wellenform, die eine Änderung des elektrischen Potentials der Sondenelektrode **22b** zeigt, mit einer vorgegebenen Bedingung übereinstimmt, die durch den Abschnitt **34** zum Erfassen der N-förmigen Wellenform und den Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform erfasst werden soll. Als die Wellenformdaten wird ein Element, das das Wellenformmuster charakterisiert und quantifiziert werden kann, ausgewählt, so beispielsweise ein Schwellenwert (diesbezüglich wird auf den in [Fig. 4\(a\)](#) gezeigten Schwellenwert Δv_{th} verwiesen), der festgelegt wird, um eine Ausschlagbreite des elektrischen Potentials in der Wellenform, die eine Änderung des elektrischen Potentials zeigt, oder einen Zeitraum zu beurteilen, der zum Abschließen eines Ausschlags erforderlich ist.

[0050] Der Entladungszustand-Beurteilungsabschnitt **43** beurteilt einen Zustand der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** entsprechend den Zählwerten, die von einer Vielzahl von Zählern gehalten werden, d. h. von dem Entladung-AN-Zähler **36**, dem Entladung-AUS-Zähler **37** und dem Wellenformzähler **32** für abnorme Entladung. Wenn der Entladungszustand-Beurteilungsabschnitt **43** die Zählerwerte prüft und jeden gezählten Wert mit einem im Voraus festgelegten zulässigen Wert vergleicht, beurteilt er einen Zustand der Plasmaentladung. Der Wartungs-Beurteilungszustand **44** beurteilt anhand des Zählwertes, der von dem Streuentladungs-Wellenformzähler **39** gehalten wird, d. h., wenn der Zählerwert geprüft und mit einem zuvor festgelegten zulässigen Wert verglichen wird, ob die Wartung erforderlich ist oder nicht. Dementsprechend bilden der Entladungszustand-Beurteilungsabschnitt **43** und der Wartungs-Beurteilungsabschnitt **44** einen Beurteilungsabschnitt, mit dem ein Betriebszustand der Plasmabearbeitungsvorrichtung beurteilt wird, d. h., mit dem ein Zustand der Plasmaentladung beurteilt wird und des Weiteren entsprechend den von dem Entladung-AN-Wellenformzähler

36, dem Entladung-AUS-Wellenformzähler **37**, dem Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und dem Streuentladungs-Wellenformzähler **39** gehaltenen Zählwerten beurteilt wird, ob die Wartung in der Vakuumkammer **3** erforderlich ist oder nicht.

[0051] Bei dem oben beschriebenen Aufbau bilden der Entladungserfassungssensor **23**, die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** und der Steuerabschnitt **25** eine Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit (die Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung) zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in der Verarbeitungskammer **3a**. Die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** empfängt eine Änderung des elektrischen Potentials, die entsprechend der Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode **22b** induziert wird, und erfasst eine Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials mit einem bestimmten Muster in der Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], die so festgelegt ist, dass sie die Anlege-Anfangszeit der Hochfrequenzspannung einschließt, der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C], die so festgelegt ist, dass sie die Anlege-Abschlusszeit der Hochfrequenzspannung einschließt, und der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B], die so festgelegt ist, dass sie eine Zeitzone einschließt, die zwischen der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] angeordnet ist. Des Weiteren zählt die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** die Häufigkeit der Erfassung der Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials für jede Wellenformüberwachungs-Zeitzone und hält den gezählten Wert. Auf diese Weise bildet die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** einen Datenverarbeitungsabschnitt zum Ausführen der oben beschriebenen Verarbeitung. Der Steuerabschnitt **25** ist ein Beurteilungsabschnitt, mit dem beurteilt wird, ob die Plasmaentladung vorhanden ist, und ob der Plasmaentladungszustand normal oder abnorm ist.

[0052] Die Plasmabearbeitungsvorrichtung ist wie oben beschrieben aufgebaut. Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf das in [Fig. 5](#) gezeigte Flussdiagramm die Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung erläutert, die beim Betreiben dieser Plasmabearbeitungsvorrichtung ausgeführt wird. Dabei bedeuten K1, K2 und K3, die in dem Flussdiagramm in [Fig. 5](#) gezeigt werden, Zählwerte, die jeweils von dem Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, dem Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und dem Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** gehalten werden.

[0053] Wenn die Beurteilungsverarbeitung in Gang gesetzt wird, wird zunächst der Zählwert K1 des Entladung-AN-Wellenformzählers **36** geprüft (ST1), und es wird beurteilt, ob der Zählwert K1 niedriger ist als der im Voraus festgelegte zulässige Wert 1 oder nicht

(ST2). Wenn der Zählwert K1 höher ist als der im Voraus festgelegte zulässige Wert 1, wird beurteilt, dass abnorme Entladung, die anfangs nicht erfasst werden soll, erzeugt wird. Daher wird mit dem Anzeigeabschnitt **27** über den abnormen Entladungszustand informiert, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST14). Wenn der Zählwert K1 in (ST2) niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über, und das Verstreichen der ersten vorgegebenen Zeit Ta der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] wird festgestellt (ST3). Wenn die Zeit noch nicht vergangen ist, kehrt das Programm zu (ST1) zurück, und die Verarbeitung wird in der Reihenfolge von (ST1) und (ST2) fortgesetzt.

[0054] Wenn in (ST3) festgestellt wird, dass die erste vorgegebene Zeit Ta vergangen ist, wird beurteilt, ob der Zählwert K1 0 beträgt oder nicht (ST4). Wenn der Zählwert K1 0 beträgt, wird festgestellt, dass kein positiver Nachweis der Erzeugung der normalen Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** vorliegt, und über den Anzeigeabschnitt **27** wird darüber informiert, dass keine Plasmaentladung erzeugt wird, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST13). Dann wird, wenn in (ST4) festgestellt wird, dass der Zählwert K1 nicht 0 beträgt, entschieden, dass die Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugt wird, und das Programm geht zu dem nächsten Schritt über. Das heißt, der Zählwert K2 des Wellenformzählers **38** für abnorme Entladung wird geprüft (ST5), und es wird festgestellt, ob der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2 (ST6). Wenn der Zählwert K2 höher ist als der vorgegebene zulässige Wert 2, wird festgestellt, dass abnorme Entladung in der Bearbeitungskammer **3a** stattgefunden hat, die die zulässige Frequenz übersteigt, und mit dem Anzeigeabschnitt **27** wird über den abnormen Entladungszustand informiert, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST14).

[0055] Wenn der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über, und der Ablauf der zweiten vorgegebenen Zeit Tb der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B] wird festgestellt (ST7). Wenn die zweite vorgegebene Zeit Tb noch nicht vergangen ist, kehrt das Programm zu (ST5) zurück, und die Verarbeitung von (ST5) und (ST6) wird der Reihe nach wiederholt. Wenn in (ST6) festgestellt wird, dass die zweite vorgegebene Zeit Tb vergangen ist, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über. Das heißt, der Zählwert K3 des Entladung-AUS-Wellenformzählers **37** wird geprüft (ST8), und es wird beurteilt, ob der Zählwert K3 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 3 oder nicht (ST9).

[0056] Wenn der Zählwert K3 höher ist als der im

Voraus festgelegte zulässige Wert 3, wird festgestellt, dass abnorme Entladung, die zunächst nicht erfasst werden soll, erzeugt wird. Daher wird mit dem Anzeigeabschnitt **37** über den abnormen Entladungszustand informiert, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST14). Wenn der Zählwert K3 in (ST9) niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 3, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über, und der Ablauf der dritten vorgegebenen Zeit Tc der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] wird festgestellt (ST10). Wenn die Zeit noch nicht vergangen ist, kehrt das Programm zu (ST8) zurück, und die Verarbeitung von (ST8) und (ST9) wird der Reihe nach wiederholt.

[0057] Wenn in (ST10) festgestellt wird, dass die dritte vorgegebene Zeit Tc vergangen ist, wird beurteilt, ob der Zählwert K3 0 ist oder nicht (ST11). Wenn der Zählwert K1 0 ist, wird beurteilt, dass kein sicherer Nachweis der Erzeugung der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** vorliegt, und über den Anzeigeabschnitt **27** wird darüber informiert, dass keine Plasmaentladung erzeugt wird, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST13). Dann wird, wenn in (ST11) festgestellt wird, dass der Zählwert K3 nicht 0 ist, die Plasmaentladung normal ausgeführt (ST12). Damit wird die Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung abgeschlossen.

[0058] Der oben beschriebene Ablauf der Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung bildet ein Verfahren zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in einer Plasmabearbeitungsvorrichtung, mit dem ein Plasmaentladungszustand in der Bearbeitungskammer **3a** in der Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung der Platte **9** überwacht wird, die ein zu bearbeitendes und in der Bearbeitungskammer **3a** aufzunehmendes Objekt ist. Das Verfahren zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in einer Plasmabearbeitungsvorrichtung schließt einen Schritt des Empfangens einer Änderung des elektrischen Potentials, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** in der Sondenelektrode **22b** induziert wird, mittels der Plasma-Überwachungsvorrichtung **20**, die ein Datenverarbeitungsabschnitt ist, einen Schritt des Erfassens einer Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials mit einem speziellen Muster mittels des Abschnitts **34** zum Erfassen der N-Wellenform in der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] und der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B], einen Schritt, in dem die Häufigkeit der Erfassung der Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials durch den Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** für jede Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], [B], [C] gezählt wird, und die Zählwerte K1, K2, K3 gehalten

ten werden, sowie einen Schritt ein, in dem die Plasmaentladungszustand-Beurteilung, die die Beurteilung von Vorhandensein der Plasmaentladung einschließt und auch Beurteilung dahingehend einschließt, ob der Plasmaentladungszustand normal oder abnorm ist, entsprechend dem Zählwert K1, K2, K3 für jede Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], [B], [C] ausgeführt wird.

[0059] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) die Wartungsbeurteilungs-Verarbeitung erläutert, die nach der oben beschriebenen Entladungszustandbeurteilungs-Verarbeitung ausgeführt wird. Dabei ist K4, das in dem Flussdiagramm in [Fig. 6](#) gezeigt wird, ein Zählwert, der von dem Streuentladungs-Wellenformzähler **39** gehalten wird. Ein Ziel der Ausführung dieser Wartungsbeurteilungs-Verarbeitung besteht darin, ein Problem zu umgehen, das verursacht wird, wenn Fremdkörper, die durch die Plasmabearbeitung in der Vakuumkammer **3** bei fortgesetztem Betrieb der Plasmabearbeitungsvorrichtung erzeugt werden, anhaften und abgelagert werden. Um die Aufgabe zu erfüllen, wird diese Wartungsbeurteilungs-Verarbeitung durch den Wartungsbeurteilungs-Abschnitt **44** ausgeführt. Diese Wartungsbeurteilungs-Verarbeitung wird zusätzlich nach dem Abschluss von (ST10) ausgeführt, der in dem Flussdiagramm in [Fig. 5](#) dargestellt ist.

[0060] In [Fig. 6](#) gezeigte Verarbeitung (ST20) ist die gleiche Verarbeitung wie die von (ST10), die bei der Erläuterung von [Fig. 5](#) beschrieben wurde. Wenn der Ablauf der dritten vorgegebenen Zeit T_c der abschließenden Wellenform-Überwachungszeitzone [C] in (ST20) geprüft wird, wird der Zählwert K4 des Streuentladungs-Wellenformzählers **39** geprüft (ST21), und es wird beurteilt, ob der Zählwert K4 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 4 oder nicht (ST22). Wenn der Zählwert K4 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 4, wird festgestellt, dass die Häufigkeit der Erzeugung der Streuentladung, die verursacht wird, wenn Fremdkörper in der Arbeitskammer **3** anhaften, nicht über der zulässigen Grenze liegt und es nicht erforderlich ist, die Wartung auszuführen, um die Fremdkörper zu entfernen. Auf diese Weise wird die Beurteilungsverarbeitung abgeschlossen. Wenn hingegen der Zählwert K4 in (ST22) höher ist als der vorgegebene zulässige Wert 4, wird festgestellt, dass die Häufigkeit von Erzeugung der Streuentladung die zulässige Grenze überschreitet und dass eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass Fremdkörper anhaften und abgelagert sind. Daher wird mit dem Anzeigeabschnitt **27** über die Notwendigkeit der Wartung informiert (ST23).

[0061] Die Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 1 enthält, wie oben erläutert, einen Abschnitt **35** zum Erfassen einer V-förmigen Wellenform, der der zweite Wellenform-Erfassungsabschnitt ist, in dem eine Änderung des elektrischen

Potenzials, die entsprechend der Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, empfangen wird und eine Wellenform der Änderung des elektrischen Potenzials mit dem speziellen Muster, die durch die Streuentladung verursacht wird, erfasst wird. Entsprechend dem Zählwert, der gewonnen wird, wenn der Streuentladungs-Wellenformzähler **39** die Häufigkeit der Erfassung der Wellenform des elektrischen Potenzials durch den Abschnitt **35** zum Erfassen der V-förmigen Wellenform zählt, wird beurteilt, ob die Wartung erforderlich ist oder nicht. Das heißt, die Streuentladung, die in enger Beziehung zu der Ablagerung von Fremdkörpern steht, wird mit hoher Empfindlichkeit erfasst, und der Grad der Ablagerung von Fremdkörpern wird anhand der akkumulierten Häufigkeit der Streuentladung geschätzt. Aufgrund dieses Aufbaus wird im Vergleich mit dem Stand der Technik, bei dem die Wartungszeit geschätzt wird, indem ein Zeitraum gemessen wird, in dem ein vorgegebener Grad von Vakuum beim Betreiben der Vorrichtung erreicht wird, genau beurteilt, ob die Wartungszeit, die erforderlich ist, um die Vorrichtung im bestmöglichen Betriebszustand zu halten, erreicht worden ist oder nicht.

Ausführungsform 2

[0062] In [Fig. 7](#) ist ein Blockschaltbild, das einen Aufbau der Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung in der Plasmabearbeitungsvorrichtung von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 8\(a\)](#) und [Fig. 8\(b\)](#) sind schematische Darstellungen, die der Erläuterung einer Wellenform der Änderung des elektrischen Potenzials und einer Wellenformüberwachungs-Zeitzone in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung dienen. [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Verarbeitung zum Beurteilen des Zustandes elektrischer Entladung in dem Plasmaentladungszustand-Überwachungsverfahren von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0063] In der vorliegenden Ausführungsform 2 ist eine Funktion des N-Wellenform-Erfassungsabschnitts **34** in Ausführungsform 1 entsprechend einem zu erfassenden Wellenformmuster eines Objektes in zwei N-Wellenform-Erfassungsabschnitte unterteilt, wobei einer ein N1-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34A** ist und der andere ein N2-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34B** ist. Der N1-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** erfasst hauptsächlich ein Wellenformmuster der Änderung des elektrischen Potenzials, das durch eine übliche Änderung des Zustandes zum Beginn des Anlegens der Hochfrequenz-Stromquelle und zum Abschluss des Anlegens verursacht wird. Der N2-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34B** erfasst hauptsächlich ein Wellenformmuster der Änderung des elektrischen Potenzials, die durch die abnorme Entladung verursacht

wird.

[0064] In der in [Fig. 7](#) gezeigten Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** wird ein Erfassungssignal, das von dem N1-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34A** gesendet wird, durch den Entladung-AN-Wellenformzähler **36** und den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** gezählt, und ein Erfassungssignal, das von dem N2-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34B** gesendet wird, wird durch den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung gezählt. Mit Ausnahme der oben aufgeführten Punkte und mit Ausnahme der Tatsache, dass sich die Einstellung der Wellenformüberwachungs-Zeitzone hinsichtlich der Zeit zum Steuern des Wellenformzählers **38** für abnorme Entladung durch den Zähler-Steuerabschnitt **41** unterscheidet, d. h. mit Ausnahme der Tatsache, dass die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D], die weiter unten beschrieben wird, anstelle der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B] festgelegt wird, ist die in [Fig. 7](#) gezeigte Plasma-Überwachungsvorrichtung **20** die gleiche wie die in [Fig. 5](#) gezeigte Plasma-Überwachungsvorrichtung **20**.

[0065] Unter Bezugnahme auf [Fig. 8\(a\)](#) und [Fig. 8\(b\)](#) werden im Folgenden Funktionen des N1-Wellenform-Erfassungsabschnitts **34A** und des N2-Wellenform-Erfassungsabschnitts **34B** erläutert. [Fig. 8\(a\)](#) ist eine Ansicht, die ein Wellenformmuster zeigt, das in dem Prozess vom Beginn des Betriebes der Plasmabearbeitungsvorrichtung bis zum Ende des Betriebes erfasst wird, und die auch eine vorgegebene Zeit zeigt, die zum Erfassen des Wellenformmusters festgelegt worden ist. [Fig. 8\(b\)](#) ist ein Zeitdiagramm, in dem die Einstellzeit einer Vielzahl von Wellenformüberwachungs-Zeitzone, denen die vorgegebene Zeit zugewiesen ist, in Beziehung zu der Zeit des Beginns und des Abschlusses des Anlegens der Hochfrequenz-Stromzufuhr durch den Hochfrequenz-Stromzufuhrabschnitt **19** dargestellt ist.

[0066] Auf die gleiche Weise wie [Fig. 4\(a\)](#) zeigt [Fig. 8\(a\)](#) ein Wellenformmuster, das in dem Prozess vom Beginn bis zum Abschluss des Betriebs der Plasmabearbeitungsvorrichtung erfasst wird. In diesem Fall sind die erste vorgegebene Zeit Ta, die dritte vorgegebene Zeit Tc, die erste Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und die letzte Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] die gleichen wie die in [Fig. 4\(a\)](#) und [Fig. 4\(b\)](#) dargestellten. Daher wird auf die Erläuterungen hier verzichtet.

[0067] In der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] wird auf die gleiche Weise wie in [Fig. 4\(a\)](#) das N-förmige Wellenformmuster (die N1-Wellenform WN1) der Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, die durch eine normale Zustandsänderung zum Beginn und zum Abschluss des Anlegens der Hochfrequenzzufuhr verursacht

wird, erfasst. Ein Schwellenwertpegel, der zum Erfassen des Wellenformmusters festgelegt ist, wird auf einen Pegel festgelegt, der einer Ausschlagbreite der N1-Wellenform WN1 entspricht, d. h., ein Schwellenwertpegel, der zum Erfassen des Wellenformmusters festgelegt wird, wird auf den ersten Schwellenwertpegel $\pm V_{th1}$ festgelegt, der dem Schwellenwertpegel V_{th} in [Fig. 4\(a\)](#) gleich ist. Die Wellenformen, die durch den Beginn und den Abschluss des Anlegens der Hochfrequenz-Stromzufuhr verursacht und von dem N1-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34A** in der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] erfasst werden, werden durch den Entladung-AN-Wellenformzähler **36** bzw. den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** gezählt.

[0068] Die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D] unterscheidet sich von der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [B] in Ausführungsform 1 und enthält die erste vorgegebene Zeit Ta, die zweite vorgegebene Zeit Tb und die dritte vorgegebene Zeit Tc. In diesem Fall schließt die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D] eine Zeitzone (die zweite vorgegebene Zeit Tb) ein, die zwischen der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] und der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] angeordnet ist. Des Weiteren enthält die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D] die erste vorgegebene Zeit Ta und die dritte vorgegebene Zeit Tc. Wenn die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D], deren Aufgabe darin besteht, eine Wellenform zu überwachen, die durch abnorme Entladung verursacht wird, wie oben beschrieben festgelegt wird, ist es möglich, die Erzeugung von abnormer Entladung während der gesamten Betriebszeit der Plasmabearbeitungsvorrichtung vom Beginn bis zum Ende zu überwachen. Dementsprechend ist es möglich, die Genauigkeit beim Überwachen der Erzeugung abnormer Entladung zu verbessern.

[0069] In der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D] wird auf die gleiche Weise wie in [Fig. 4\(a\)](#) dargestellt, die durch die abnorme Entladung in der Bearbeitungskammer **3a** verursachte N2-Wellenform WN2 durch den N2-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34B** erfasst, und die durch die Streuentladung verursachte V-Wellenform WV wird durch den V-Wellenform-Erfassungsabschnitt **35** erfasst. Der Schwellenwertpegel, der zum Erfassen eines Wellenformmusters festgelegt wird, wird auf einen Pegel festgelegt, der der Breite des Ausschlags der N2-Wellenform WN2 entspricht, d. h., der Schwellenwertpegel wird auf den zweiten Schwellenwertpegel $\pm V_{th2}$ festgelegt, der höher ist als der Schwellenwertpegel V_{th} in [Fig. 4\(a\)](#). Die durch die abnorme Entladung verursachte N2-Wellenform WN2, die in der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D] erfasst wird, und die durch die

Streuentladung verursachte V-Wellenform WV werden durch den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung bzw. den Streuentladungs-Wellenformzähler **39** gezählt.

[0070] In der oben beschriebenen Ausführungsform 2 enthält der Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfassen der N-Wellenform eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten (den N1-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34A**, den N2-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34B**) zum Erfassen von Wellenformen, deren Ausschlagbreiten der Änderungen des elektrischen Potentials verschieden sind. Aufgrund dieser Ausführung können, wenn eine Vielzahl von Typen von Wellenformmustern, die die gleichen N-Wellenformmuster der Änderung des elektrischen Potentials sind, deren Ausschlagbreiten der Änderungen des elektrischen Potentials sich voneinander unterscheiden, mit einer Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten unter Verwendung unterschiedlicher Schwellenwertpegel erfasst werden, eine Vielzahl von Typen von Wellenformmustern, die Wellenformmuster sind, die einander gleichen, deren Auftreten unterschiedliche Ursachen hat, erfasst werden, wobei die Wellenformmuster ordnungsgemäß unterschieden werden. Dementsprechend kann der Entladungszustand genauer überwacht werden.

[0071] [Fig. 9](#) zeigt eine Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung, die während des Betriebes der Plasmabearbeitungsvorrichtung in Ausführungsform 2 ausgeführt wird. Dabei sind wie in [Fig. 5](#) K1, K2 und K3, die in dem Flussdiagramm in [Fig. 9](#) gezeigt werden, Zählwerte, die jeweils von dem Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, dem Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung bzw. dem Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** gehalten werden. Wenn die Beurteilungsverarbeitung in Gang gesetzt wird, wird der Zählwert K2 des Wellenformzählers **38** für abnorme Entladung, dessen Zählgegenstand die Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D] ist, die alle Bereiche der Betriebszeit der Plasmabearbeitungsvorrichtung einschließt, geprüft (ST31), und es wird beurteilt, ob der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2 (ST32).

[0072] Wenn der Zählwert K2 höher ist als der vorgegebene zulässige Wert 2 wird festgestellt, dass abnorme Entladung, die anfangs nicht erfasst werden soll, erzeugt wird. Daher wird mit dem Anzeigeabschnitt **27** über den abnormen Entladungszustand informiert, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST46). In dem Fall, in dem in (ST32) der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über, und der Ablauf der ersten vorgegebenen Zeit Ta der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A] wird beurteilt (ST33). Wenn die Zeit noch nicht vergangen ist, kehrt das Programm zu (ST31) zurück, und die Verarbeitung wird in der Reihenfolge

von (ST31) und (ST32) wiederholt.

[0073] Wenn in (ST33) festgestellt wird, dass die erste vorgegebene Zeit Ta vergangen ist, wird der Zählwert K1 des Entladung-AUS-Wellenformzählers **37** geprüft (ST34), und es wird festgestellt, ob der Zählwert K1 0 ist oder nicht (ST35). In dem Fall, in dem der Zählwert K1 0 ist, wird festgestellt, dass kein sicherer Nachweis der Erzeugung der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** vorliegt, und über den Anzeigeabschnitt **27** wird darüber informiert, dass keine Plasmaentladung erzeugt wird. Dann wird der Betrieb der Vorrichtung unterbrochen (ST44).

[0074] Dann wird, wenn in (ST35) festgestellt wird, dass der Zählwert K1 nicht 0 ist, festgestellt, dass die Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** erzeugt wird, und das Programm geht zu dem nächsten Schritt über. Das heißt, der Zählwert K2 des Wellenformzählers **38** für abnorme Entladung wird geprüft (ST36), und es wird beurteilt, ob der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2 oder nicht (ST37). Wenn der Zählwert K2 höher ist als der vorgegebene zulässige Wert 2, wird festgestellt, dass abnorme Entladung, die ursprünglich nicht erzeugt werden soll, in der Bearbeitungskammer **3a** aufgetreten ist, und über den Anzeigeabschnitt **27** wird über den abnormen Entladungszustand informiert, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST46).

[0075] Wenn der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über. Das heißt, der Ablauf der zweiten vorgegebenen Zeit Tb wird beurteilt (ST38). Wenn die zweite vorgegebene Zeit Tb noch nicht vergangen ist, kehrt das Programm zu (ST37) zurück, und die Verarbeitung von (ST37) und (ST38) wird der Reihe nach wiederholt. Wenn in (ST38) festgestellt wird, dass die zweite vorgegebene Zeit Tb abgelaufen ist, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über. Das heißt, der Zählwert K2 des Wellenformzählers **38** für abnorme Entladung wird erneut geprüft (ST39), und es wird beurteilt, ob der Zählwert K2 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2 (ST40).

[0076] Wenn der Zählwert K2 höher ist als der vorgegebene zulässige Wert 2 wird festgestellt, dass abnorme Entladung, die anfangs nicht erfasst werden soll, über die zulässige Häufigkeit hinaus erzeugt wird. Daher wird mit dem Anzeigeabschnitt **27** über den abnormen Entladungszustand informiert, und Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST46). In dem Fall, in dem der Zählwert K2 in ST40 niedriger ist als der vorgegebene zulässige Wert 2, geht das Programm zu dem nächsten Schritt über, und der Ablauf der dritten vorgegebenen Zeit Tc der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] wird beurteilt

(ST41). Wenn die Zeit noch nicht abgelaufen ist, kehrt das Programm zu (ST40) zurück, und die Verarbeitung von (ST40) und (ST41) wird der Reihe nach wiederholt.

[0077] Wenn in (ST41) festgestellt wird, dass die dritte vorgegebene Zeit T_c abgelaufen ist, wird der Zählwert K3 des Entladung-AUS-Wellenformzählers **37** geprüft (ST42), und es wird festgestellt, ob der Zählwert K3 0 ist oder nicht (ST43). Wenn der Zählwert K3 0 ist, wird festgestellt, dass kein sicherer Nachweis der Erzeugung der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** vorliegt, und über den Anzeigeabschnitt **27** wird darüber informiert, dass keine Plasmaentladung erzeugt wird, und der Betrieb der Vorrichtung wird unterbrochen (ST44). Dann wird, wenn in (ST43) festgestellt wird, dass der Zählwert K3 nicht 0 ist, die Plasmaentladung normal ausgeführt. Damit ist die Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitung abgeschlossen.

[0078] Der oben beschriebene Entladungszustand-Beurteilungsverarbeitungsablauf bildet ein Verfahren zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in einer Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in der Bearbeitungskammer **3a** in der Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung der Platte **9**, die ein zu bearbeitendes Objekt ist und die in der Bearbeitungskammer **3a** aufgenommen ist. Das Verfahren zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in einer Plasmabearbeitungsvorrichtung schließt einen Schritt des Empfangens einer Änderung des elektrischen Potentials, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** in der Sondenelektrode **22b** induziert wird, durch die Plasma-Überwachungsvorrichtung **20**, die ein Datenverarbeitungsabschnitt ist, einen Schritt des Erfassens einer Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials mit einem bestimmten Muster durch den N-Wellenform-Erfassungsabschnitt **34** in der ersten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], der letzten Wellenformüberwachungs-Zeitzone [C] und der Zwischen-Wellenformüberwachungs-Zeitzone [D], einen Schritt, in dem die Häufigkeit der Erfassung der Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials durch den Entladung-AN-Wellenformzähler **36**, den Wellenformzähler **38** für abnorme Entladung und den Entladung-AUS-Wellenformzähler **37** für jede Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], [D], [C] gezählt wird und die Zählwerte K1, K2, K3 gehalten werden, und einen Schritt ein, in dem die Plasmaentladungszustand-Beurteilung, die die Beurteilung des Vorhandenseins der Plasmaentladung einschließt und auch die Beurteilung dahingehend einschließt, ob der Plasmaentladungszustand normal oder abnorm ist, entsprechend den Zählwerten K1, K2, K3 für jede Wellenformüberwachungs-Zeitzone [A], [D], [C] ausgeführt wird.

[0079] Die in Ausführungsform 1 oder 2 gezeigte Plasmabearbeitungsvorrichtung enthält einen Entladungserfassungssensor **23**, der eine Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit zum Überwachen und Beurteilen eines Plasmaentladungszustandes in der Bearbeitungskammer **3a** ist und ein plattenförmiges dielektrisches Element **21** aufweist, das so an der Vakuumkammer **3** angebracht ist, dass eine Fläche der in der Bearbeitungskammer erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegen kann, und der des Weiteren eine Sondenelektrode **22b** aufweist, die an der anderen Fläche des dielektrischen Elementes **21** angeordnet ist, sowie eine Plasma-Überwachungsvorrichtung **20**, die ein Datenverarbeitungsabschnitt ist, der eine Änderung des elektrischen Potentials empfängt, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode **22b** induziert wird, eine Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials mit einem speziellen Muster in einer Vielzahl von Wellenformüberwachungs-Zeitzone erfasst und die Häufigkeit des Auftretens der Wellenformen der Änderung des elektrischen Potentials für jeden Typ Wellenform zählt.

[0080] Aufgrund des oben beschriebenen Aufbaus ist es möglich, einen Entladungszustand zu beurteilen, wobei dies Beurteilung dahingehend, ob die Entladung vorhanden ist oder nicht vorhanden ist, und ob der Entladungszustand normal oder abnorm ist, entsprechend dem Zählwert jedes Typs Wellenform einschließt. Bei dieser Beurteilung des Entladungszustandes kann eine Änderung der Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer **3a** mit hoher Empfindlichkeit durch den Entladungserfassungssensor **23** erfasst werden. Daher ist es, verglichen mit dem herkömmlichen Verfahren, bei dem ein Einfluss auf die Spannung und den Strom des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts durch eine Änderung der Plasmaentladung erfasst wird, und auch verglichen mit dem herkömmlichen Verfahren, bei dem ein Entladungszustand geschätzt wird, wenn eine zwischen den Elektroden durch die Plasmaentladung erzeugte Gittervorspannung erfasst wird, möglich, den Plasmaentladungszustand genauer zu überwachen. Dementsprechend kann, selbst wenn es erforderlich ist, die Plasmaentladung im Zustand niedriger Ausgangsleistung zu erzeugen, eine Änderung des Plasmaentladungszustandes mit hoher Genauigkeit erfasst werden, und es ist möglich, ordnungsgemäß zu überwachen, ob die Plasmaentladung vorhanden ist oder nicht vorhanden ist und ob die Plasmaentladung normal oder abnorm ist.

Industrielle Einsetzbarkeit

[0081] Mit der Plasmabearbeitungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung können Vorteile erzielt werden, durch die es möglich ist, einen Betriebszustand mit hoher Genauigkeit zu überwachen, wobei dies einschließt, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird

oder nicht, ob die Plasmaentladung normal oder abnorm ist und ob die Wartungsarbeit in der Vakuumkammer erforderlich ist. Daher kann die vorliegende Erfindung effektiv auf einem technischen Gebiet eingesetzt werden, auf dem Plasmareinigen für ein zu bearbeitendes Objekt, wie beispielsweise eine Platte, ausgeführt wird.

Zusammenfassung

Plasmabearbeitungsvorrichtung und Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung

[0082] Eine Aufgabe besteht darin, eine Plasmabearbeitungsvorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, einen Betriebszustand mit hoher Genauigkeit dahingehend zu überwachen, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht, ob die Entladung normal ist oder abnorm ist und ob die Wartung der Vakuumkammer erforderlich ist oder nicht.

[0083] Ein Ladungserfassungssensor **23**, in dem ein dielektrisches Element **21** und eine Sondenelektrodenheit **22** miteinander kombiniert sind, ist an einem Öffnungsabschnitt **2a** angebracht, der in einem Klappenabschnitt **2** vorhanden ist, so dass eine Vakuumkammer gebildet wird. Eine Änderung des elektrischen Potentials, die durch eine Änderung der Plasmaentladung in einer Sondenelektrode induziert wird, wird durch eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten empfangen, und ein Erfassungssignal wird immer dann ausgegeben, wenn eine Änderung des elektrischen Potentials auftritt, die mit einer vorgegebenen anderen Bedingung übereinstimmt. Das von dem entsprechenden Wellenform-Erfassungsabschnitt ausgegebene Erfassungssignal wird durch die Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten gezählt, und der gezählte Wert wird gehalten. Entsprechend dem Zählwert wird ein Betriebszustand mit hoher Genauigkeit dahingehend überwacht, ob die Plasmaentladung ausgeführt wird oder nicht, ob die Entladung normal ist oder abnormal und ob die Wartung der Vakuumkammer erforderlich ist oder nicht.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2003-318115 A [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung eines zu bearbeitenden Objektes, das in einer Bearbeitungskammer aufgenommen ist, wobei sie umfasst:

eine Vakuumkammer, die die Bearbeitungskammer bildet;
 einen Elektrodenabschnitt, der in der Bearbeitungskammer angeordnet ist;
 einen Vakuumabsaugabschnitt zum Absaugen von Gas aus der Bearbeitungskammer mittels Vakuum;
 einen Gaszuführabschnitt zum Zuführen von Gas, das zum Erzeugen von Plasma eingesetzt wird, in die Bearbeitungskammer;
 einen Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitt zum Erzeugen von Plasmaentladung in der Bearbeitungskammer, wenn eine Hochfrequenzspannung an den Elektrodenabschnitt angelegt wird;
 eine Anpassungsvorrichtung zum Anpassen von Impedanz einer Plasmaentladungsschaltung zum Erzeugen von Plasmaentladung und Impedanz des Hochfrequenzenergie-Zuführabschnitts; und
 eine Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit zum Überwachen eines Plasmaentladungszustandes in der Bearbeitungskammer, wobei die Plasmaentladungszustand-Überwachungseinheit enthält: einen Entladungserfassungssensor, der ein plattenförmiges dielektrisches Element aufweist, das an der Vakuumkammer so angebracht ist, dass eine Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes der in der Bearbeitungskammer erzeugten Plasmaentladung gegenüberliegen kann, und der des Weiteren eine Sondenelektrode aufweist, die an der anderen Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes angeordnet ist;
 eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten, die eine Änderung des elektrischen Potentials empfangen, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, und
 ein Erfassungssignal immer dann ausgeben, wenn eine Änderung des elektrischen Potentials auftritt, die mit einer vorgegebenen Bedingung übereinstimmt;
 eine Vielzahl von Zählern, die jeweils der Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten entsprechen und das von dem entsprechenden Wellenform-Erfassungsabschnitt ausgegebene Erfassungssignal zählen und den gezählten Wert halten; und
 einen Beurteilungsabschnitt zum Beurteilen eines Betriebszustandes entsprechend dem gezählten Wert, wobei sich die vorgegebenen Bedingungen in den jeweiligen Wellenform-Erfassungsabschnitten voneinander unterscheiden.

2. Plasmabearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Wellenform-Erfassungsabschnitt des Weiteren enthält:
 einen N-Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfas-

sen einer N-Wellenform einer Änderung des elektrischen Potentials, die in einem N-förmigen Wellenformmuster ausgebildet ist, das zu einem stationären Wert zurückkehrt, nachdem ein elektrisches Potential sowohl zur positiven als auch zur negativen Seite hin ausgeschlagen hat; und
 einen V-Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfassen einer V-förmigen Wellenform der Änderung des elektrischen Potentials, die in einem V-förmigen Wellenformmuster ausgebildet ist, das zu einem stationären Wert zurückkehrt, nachdem das elektrische Potential nur zur negativen Seite hin ausgeschlagen hat.

3. Plasmabearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Beurteilungsabschnitt enthält:
 einen Entladungszustand-Beurteilungsabschnitt, mit dem entsprechend dem Zählwert des Zählers, der gewonnen wird, wenn das Erfassungssignal des N-Wellenform-Erfassungsabschnitts gezählt wird, ein Zustand von Plasmaentladung beurteilt wird; und
 einen Wartungs-Beurteilungsabschnitt, mit dem entsprechend dem Zählwert des Zählers, der gewonnen wird, wenn das Erfassungssignal des V-Wellenform-Erfassungsabschnitts gezählt wird, beurteilt wird, ob die Wartung der Vakuumkammer erforderlich ist oder nicht.

4. Plasmabearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Wellenform-Erfassungsabschnitt des Weiteren eine Vielzahl von Wellenform-Erfassungsabschnitten zum Erfassen einer Wellenform enthält, die unterschiedliche Ausschlagbreiten der Änderung des elektrischen Potentials haben.

5. Plasmabearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das dielektrische Element aus optisch transparentem Glas besteht, das an einer Beobachtungsöffnung angebracht ist, die dazu dient, den Innenraum der Verarbeitungskammer von außerhalb der Vakuumkammer zu beobachten, und wobei die Sondenelektrode aus optisch transparentem leitendem Material besteht.

6. Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ist eine Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung, die für eine Plasmabearbeitungsvorrichtung zum Ausführen von Plasmabearbeitung eines zu bearbeitenden Objektes eingesetzt wird, das in einer Bearbeitungskammer aufgenommen ist, um einen Plasmaentladungszustand in der Bearbeitungskammer zu überwachen, wobei sie umfasst:
 einen Entladungserfassungssensor, der ein plattenförmiges dielektrisches Element aufweist, das an einer Vakuumkammer, die die Bearbeitungskammer bildet, so angebracht ist, dass eine Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes der in der Bearbeitungskammer erzeugten Plasmaentladung ge-

genüberliegen kann, und der des Weiteren eine Sondenelektrode aufweist, die an der anderen Fläche des plattenförmigen dielektrischen Elementes angeordnet ist,

sowie einen Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Empfangen einer Änderung des elektrischen Potentials, die entsprechend einer Änderung der Plasmaentladung in der Sondenelektrode induziert wird, und zum Erfassen einer vorgegebenen Wellenform, wobei der Wellenform-Erfassungsabschnitt enthält:

einen N-Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfassen einer N-Wellenform einer elektrischen Potenzialänderung, die in einem N-förmigen Wellenformmuster ausgebildet ist, das zu einem stationären Wert zurückkehrt, nachdem ein elektrisches Potenzial sowohl zur positiven als auch zur negativen Seite ausgeschlagen hat, und

einen V-Wellenform-Erfassungsabschnitt zum Erfassen einer V-förmigen Wellenform einer elektrischen Potenzialänderung, die in einem V-förmigen Wellenformmuster ausgebildet ist, das zu einem stationären Wert zurückkehrt, nachdem das elektrische Potenzial nur zur negativen Seite ausgeschlagen hat.

7. Plasmaentladungszustand-Überwachungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei der N-Wellenform-Erfassungsabschnitt einen ersten Zähler zum Aufzeichnen der Häufigkeit der Erfassung der N-Wellenform enthält und der V-Wellenform-Erfassungsabschnitt einen zweiten Zähler zum Speichern der Häufigkeit der Erfassung der V-Wellenform enthält.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

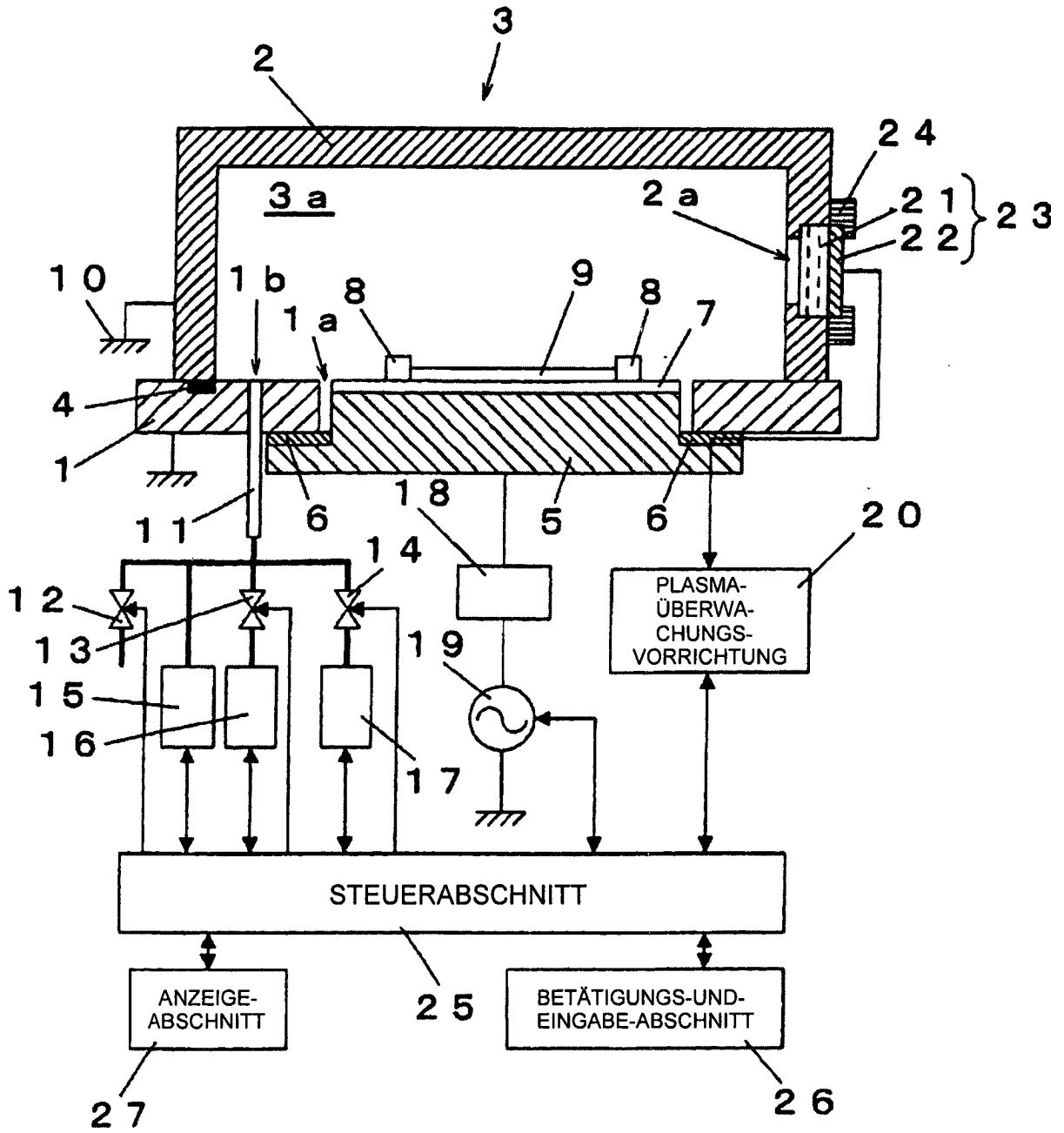


FIG. 2

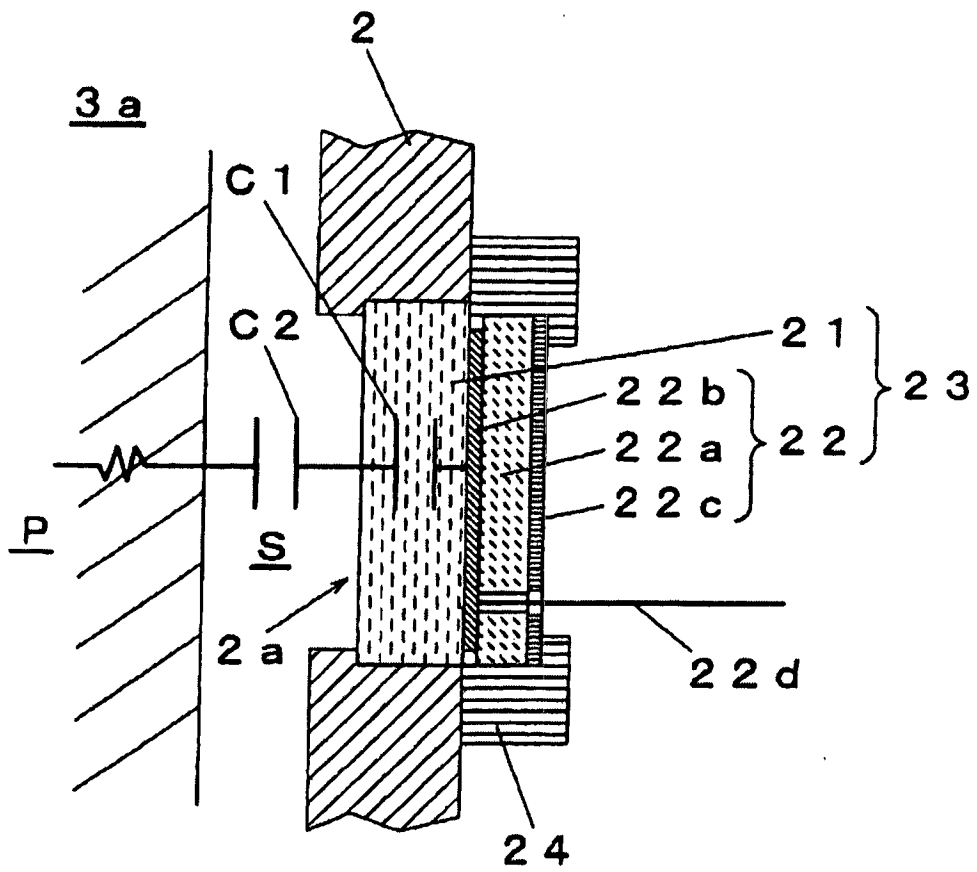


FIG. 3

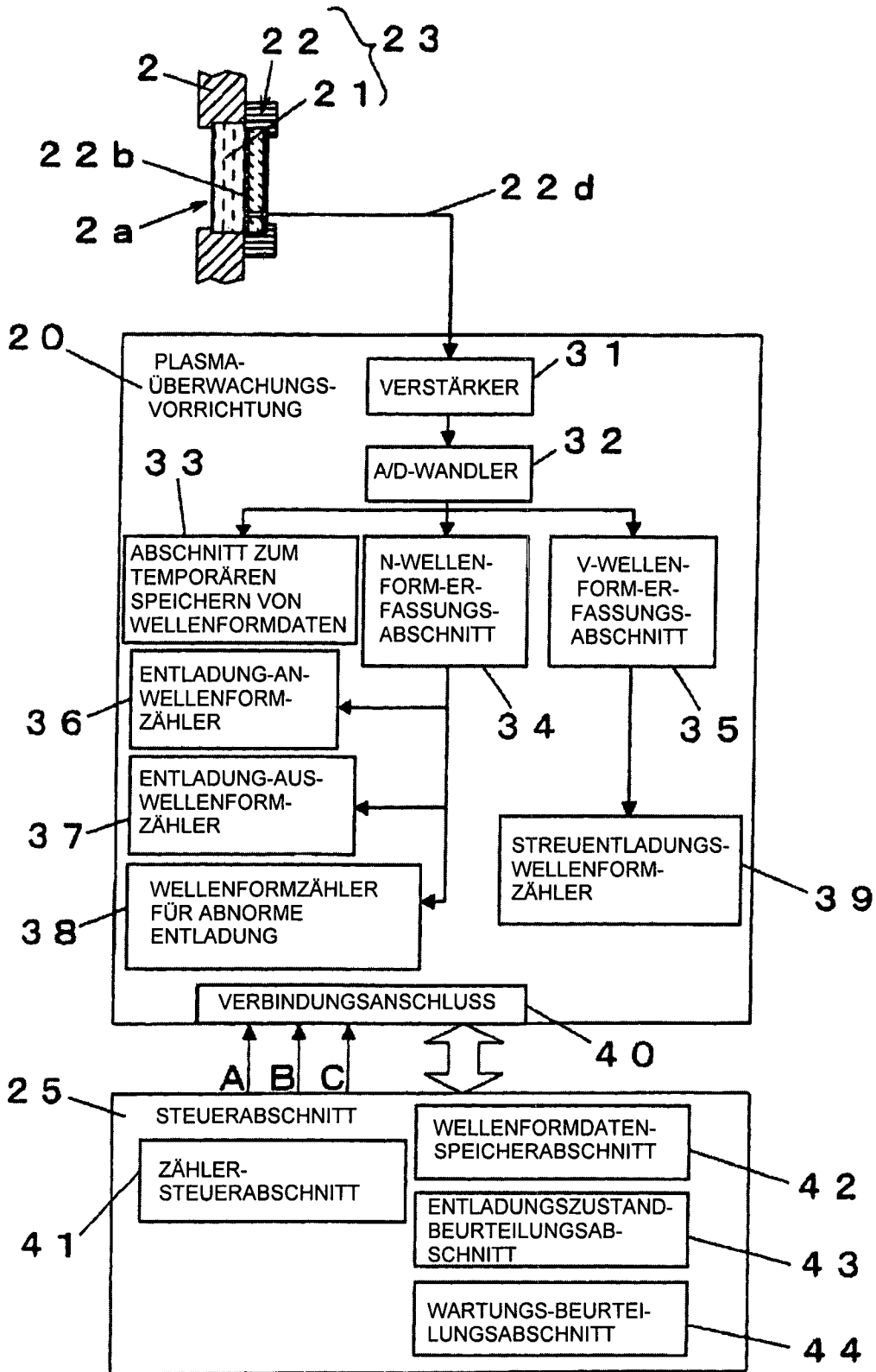


FIG. 4 (a)

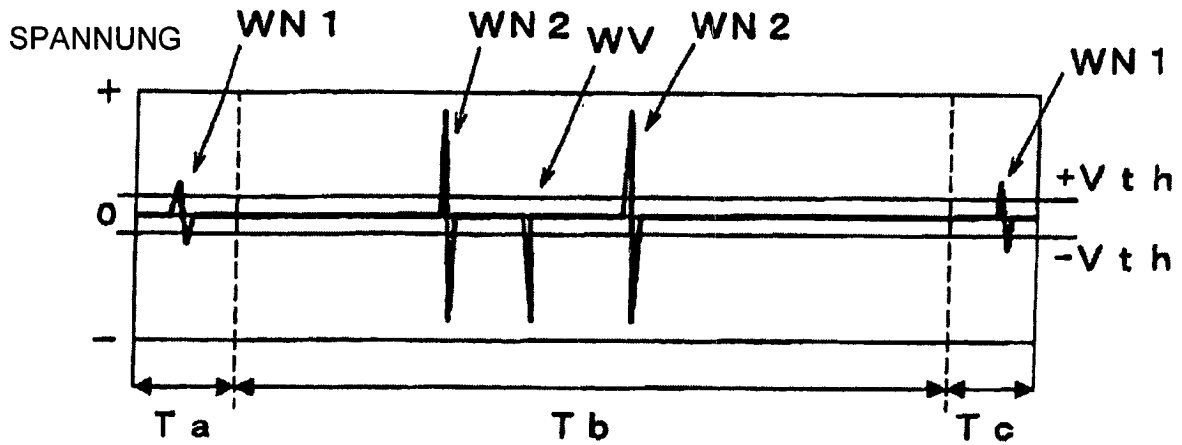


FIG. 4 (b)

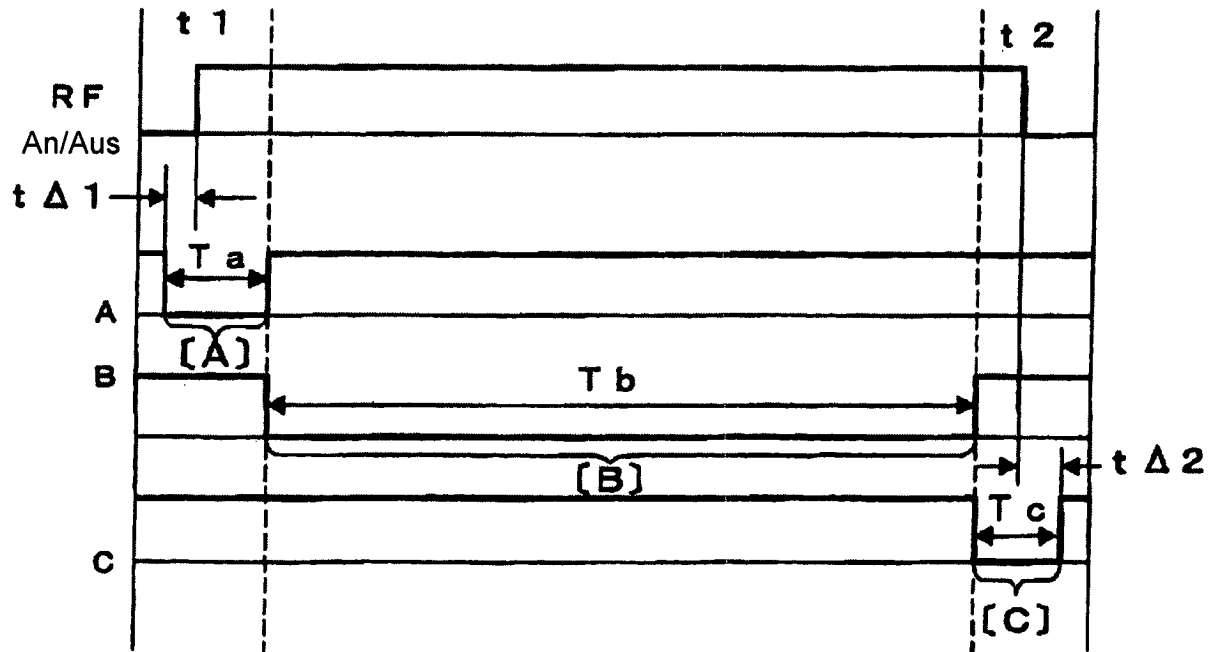


FIG. 5

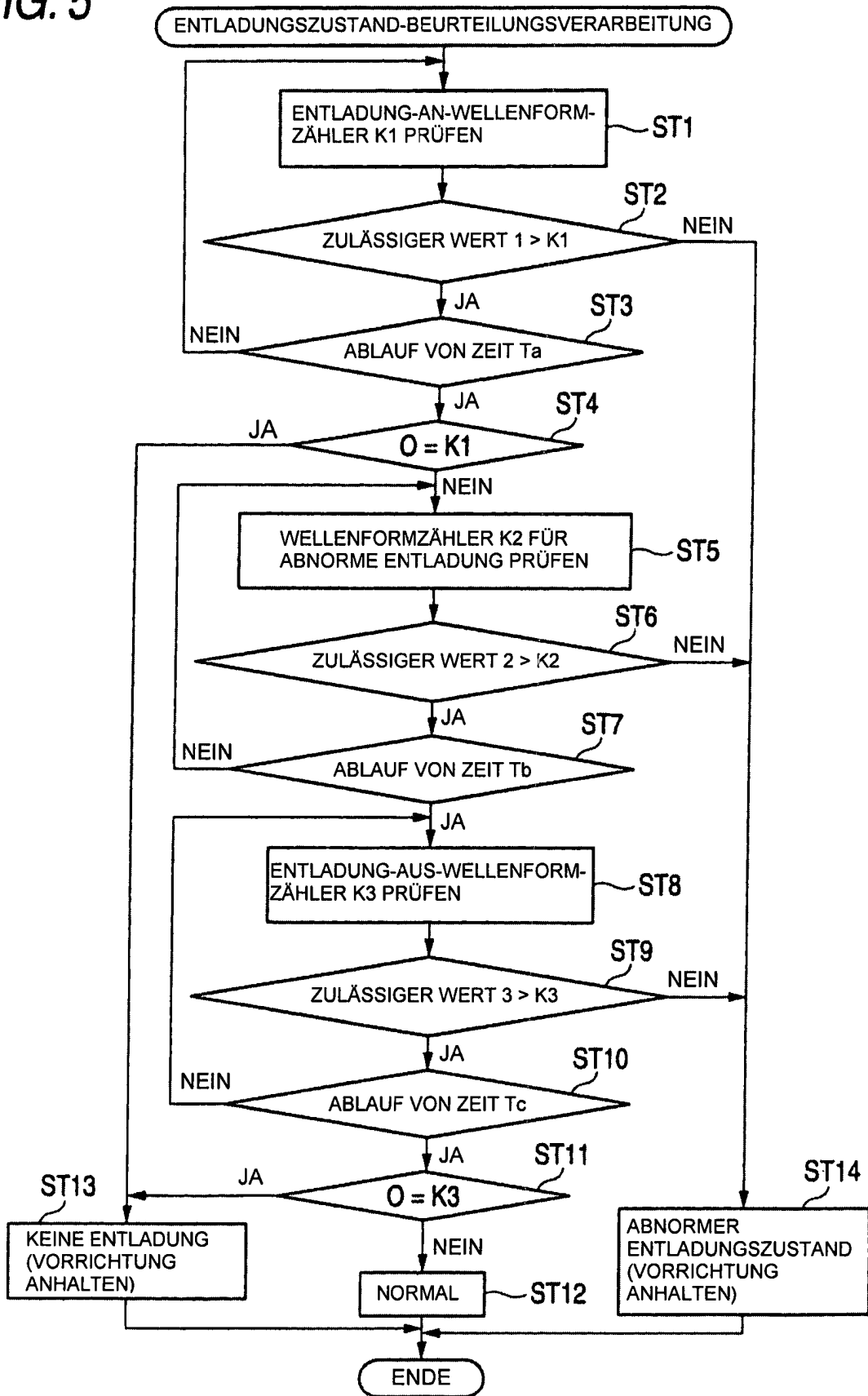


FIG. 6

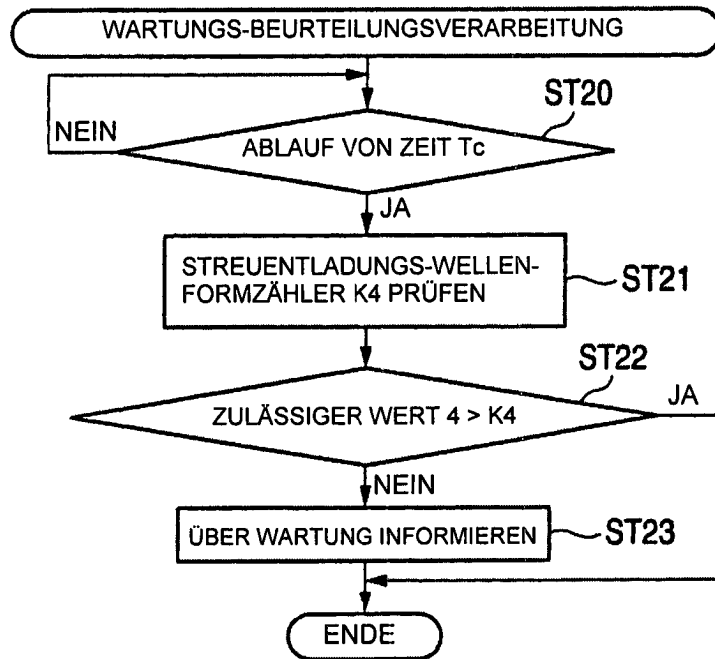


FIG. 7

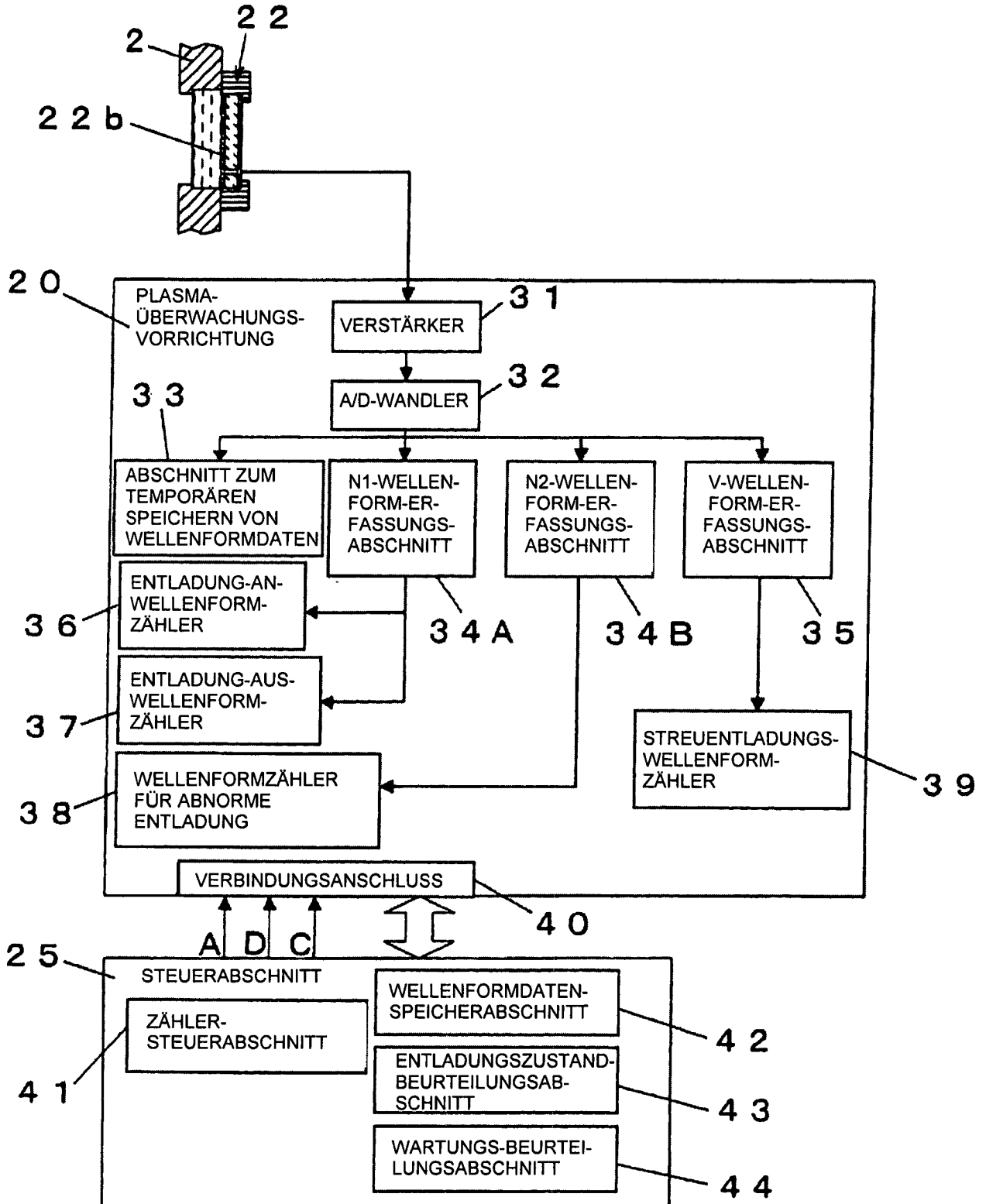


FIG. 8 (a)

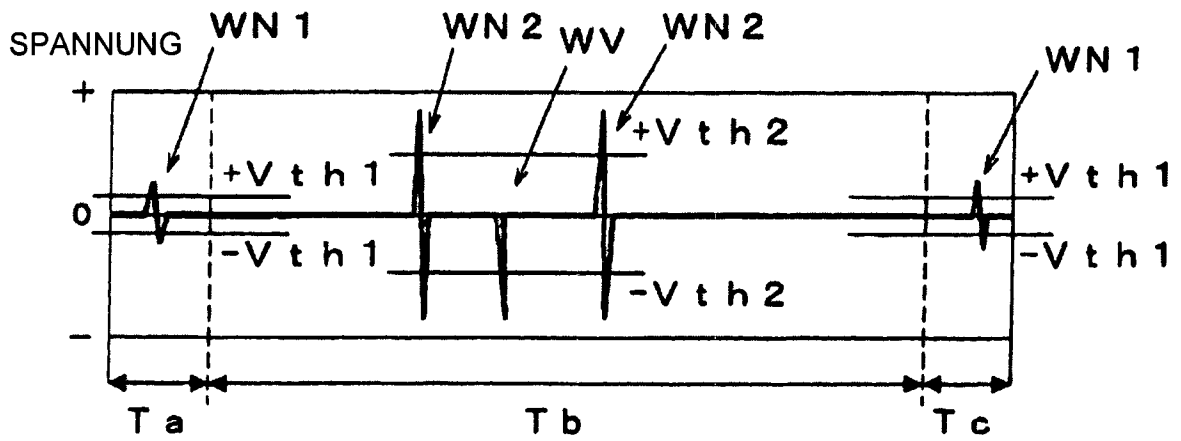


FIG. 8 (b)

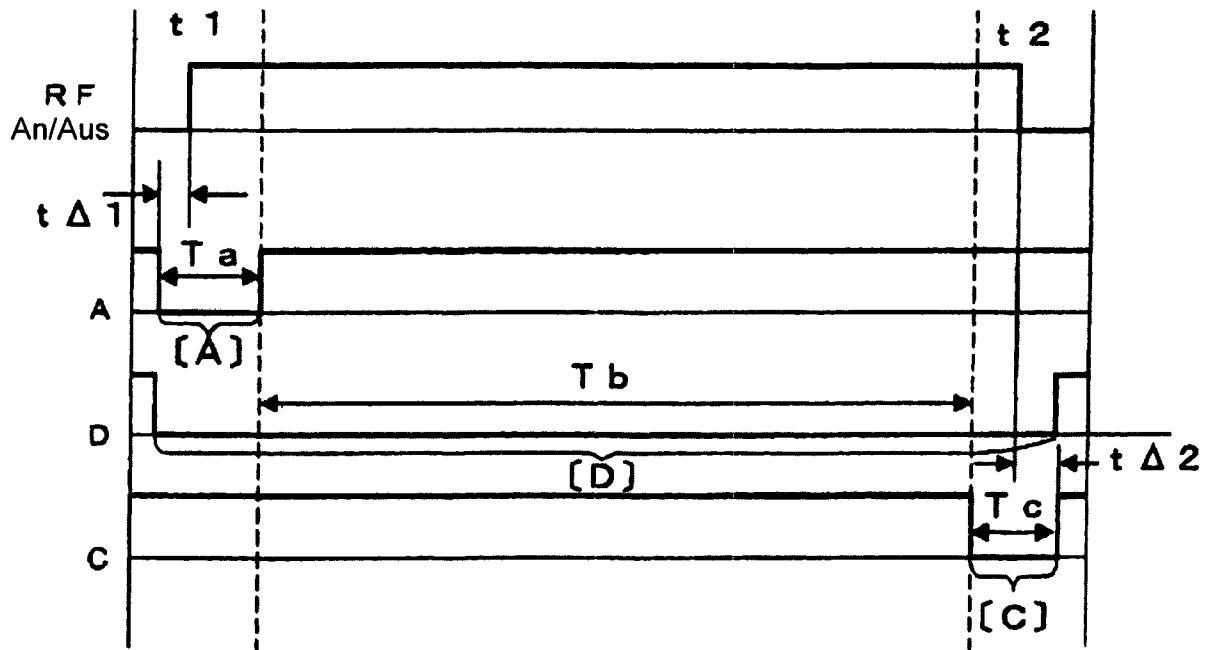


FIG. 9

