



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 36 210 T2** 2008.05.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 183 464 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 36 210.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/14672**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 939 371.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/071894**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **30.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **29.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F03G 7/00** (2006.01)
H02N 11/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

135868 P 25.05.1999 US

(73) Patentinhaber:

Pinto, Fabrizio, Monrovia, Calif., US

(74) Vertreter:

**Rummler, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 80802
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:

Pinto, Fabrizio, Monrovia, CA 91016, US

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR ENERGIEEXTRAKTION**

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**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen die Extraktion von Energie von einem Quellenkraftfeld, wie etwa dem quantenelektromagnetischen Feld.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Vor dreihundert Jahren wurde angenommen, dass wenn die gesamte Materie aus einem Bereich des Raums entfernt werden würde, dies zu einem vollkommen leeren Rauminhalt – einem Vakuum – führen würde. Vor einhundert Jahren war bekannt, dass selbst wenn die gesamte Materie aus einem Bereich des Raums entfernt werden würde, dieser Bereich nicht wirklich leer ist, da er immer noch thermische Strahlung enthalten würde. Zu dieser Zeit wurde allerdings fälschlicherweise angenommen, dass ein Vakuum dennoch erzeugt werden könnte, indem die thermische Strahlung entfernt wird, wie etwa durch Abkühlen des Bereichs des Raums auf den absoluten Nullpunkt.

[0003] Unlängst hat die Theorie vorausgesagt und das Experiment gezeigt, dass eine nicht-thermische Strahlung überall im Universum vorhanden ist – selbst in Bereichen, die ansonsten frei von Materie und thermischer Strahlung sind. Von dieser nicht-thermischen Strahlung wird angenommen, dass sie von zufälligen Schwankungen auf der Quantenebene herrühren, die zu einer ständigen Erzeugung und Zerstörung von virtuellen Teilchen führen. Diese Strahlung wird oft als ein „Nullpunktfeld“ oder durch das Akronym „ZPF“ bezeichnet, und die zu dem Feld gehörige Energie wird als „Nullpunktenergie“, „Vakuumenergie“ oder einfach durch das Akronym „ZPE“ bezeichnet.

[0004] 1948 theoretierte Hendrik B. J. Casimir, dass zwei perfekt leitfähige, neutrale Ebenen, die parallel zu einander angeordnet sind, eine gegenseitige Anziehungskraft verursachen. Diese Kraft, die seitdem als „Casimir-Kraft“ bezeichnet wird, ergibt sich aus dem Effekt, dass die zwei Ebenen die Vakuumenergie eines Quellenfelds, wie etwa eines elektromagnetischen Felds, zwischen den Ebenen aufweisen.

[0005] Von der Casimir-Kraft wird angenommen, dass sie ausschließlich von der vorher beschriebenen Aktivität auf Quantenebene herrührt. Das Vorhandensein von Casimirs zwei Ebenen, oder, in praktischen Anwendungen, zwei Platten, begrenzt die zulässigen Schwingungsformen der zufälligen Schwankungen in dem quantenelektromagnetischen Feld. Mit anderen Worten, das Vorhandensein der Platten ändert die Grenzbedingungen des elektromagnetischen Felds von Freifeldbedingungen ab. Demzufolge

ist die elektromagnetische Vakuumenergiedichte in dem Raum zwischen den Platten geringer als die Energiedichte außerhalb dieses Raums (d.h. die Anzahl von virtuellen Teilchen pro Volumeneinheit in dem Raum zwischen den Platten ist geringer als die Anzahl von virtuellen Teilchen pro Volumeneinheit außerhalb dieses Raums). Dieser Unterschied oder Energiedichtegradient verursacht eine Kraft (d.h. die Casimir-Kraft), die die Platten zusammendrückt.

[0006] Während die Casimir-Kraft „echt“ ist, im Sinne von beobachtbar, ist die oben beschriebene quantenelektrodynamische („QED“) Theorie nicht die einzige Theorie, die auf angemessene Weise ihre Existenz nachweist. Im Besonderen führt die stochastische Elektrodynamik („SED“), die eine unterschiedliche Auslegung bereitstellt, zu denselben Vorhersagen.

[0007] Die Größe der Casimir-Kraft, F_c , pro Flächeneinheit ist gegeben durch den Ausdruck:

$$F_c(s) = (\pi^2/240) \cdot (h^*c/s^4) \quad [1]$$

wobei:

- bedeutet „multiplizieren“;
- h^* = $h/(2\pi)$
- h ist die Planck'sche Konstante
- c ist die Vakuumlichtgeschwindigkeit
- s ist der Abstand zwischen den zwei leitfähigen Flächen

[0008] Es ist von dem Ausdruck [1] deutlich, dass wenn sich s an 0 annähert, die Casimir-Kraft groß wird. Tatsächlich ist die Casimir-Kraft pro Flächeneinheit zwischen den zwei durch einen Abstand s von ungefähr 0,1 Mikrometern getrennten Platten äquivalent zu der elektrostatischen Kraft pro Flächeneinheit zwischen denselben zwei Platten bei Vorhandensein eines Potenzialunterschieds von ungefähr 100 Millivolt.

[0009] Von der ZPE wird erwartet, dass sie eine unendliche Energiedichte besitzt und allgegenwärtig ist und kann dadurch eine unbegrenzte Energiequelle sein. Dies hat, nicht überraschend, Forscher gereizt und verschiedene für die ZPE-Forschung und -Vermarktung zugedachten Anstrengungen hervorgerufen. Trotz solcher Anstrengungen haben Erforscher noch keine Vorrichtungen und Verfahren entwickelt, die geeignet sind, ZPE wirtschaftlich zu verwerten.

[0010] Insbesondere offenbart GB-A-2325778 eine Vorrichtung, die angeblich Energie extrahiert, indem der Strahlungsdruck von virtuellen Teilchen (d.h. die Casimir-Kraft) benutzt wird. Die Vorrichtung umfasst zwei oder mehrere leitfähige Platten, die sich um eine gemeinsame Achse drehen. Durch Bewegen der Platten in eine oder aus einer gegenseitigen Überla-

gerung wird angeblich ein reiner Energiezugewinn erzielt. Es wird keine Energiebilanz oder theoretische Erläuterung bereitgestellt, um darzulegen, dass die vorgeschlagene Vorrichtung fähig ist, Nullpunktenergie zu extrahieren.

[0011] In „Unusual Properties of Conductive Rectangular Cavities in the Zero Point Electromagnetic Field: Resolving Forward's Casimir Energy Extraction Cycle Paradox“, von C. Jordan Maclay, wird ein Motorzyklus zum Extrahieren von Nullpunktenergie geprüft. Gemäß dem Artikel basiert der Motorzyklus, der von R. Forward vorgeschlagen wurde, auf der Annahme, dass Energiedichte innerhalb eines Hohlraums isotrop ist. Der Artikel gibt an, dass die Annahme bezüglich isotroper Energiedichte fehlerhaft ist. Als Folge davon wird Arbeit ausgeführt, um den vorgeschlagenen Motorzyklus zu betreiben, und dieser Arbeitsumfang entspricht der extrahierten Vakuumenergiemenge. Der Artikel überprüft andere vorgeschlagene Motorzyklen und folgert, dass in allen Fällen die von dem Vakuum extrahierte Energie der Arbeit entspricht, die aufgebracht wurde, um den Zyklus durchzuführen.

[0012] Ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wird in Anspruch 1 definiert und eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird in Anspruch 11 definiert.

[0013] Einige Ausführungsformen eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung definieren einen Motorzyklus, der mehrere Zustandsänderungen umfasst, die einen Reingewinn oder eine Rückgewinnung von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen (z.B. Platten usw.) zugegriffen wird, ermöglichen.

[0014] Eine erläuternde Ausführungsform eines Verfahrens zur Energieumwandlung/-rückgewinnung gemäß den vorliegenden Lehren umfasst:

Ändern eines physikalischen Faktors, der die Casimir-Kraft zwischen zwei beabstandeten, die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen beeinflusst;
Ändern des Abstands, durch den die zwei beabstandeten, die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen getrennt sind;
Zurückändern des physikalischen Faktors, um auf seinem früheren Wert zurückzugehen; und
Zurücksetzen des Trennungsabstands zwischen den Grenzen auf seinen ursprünglichen Wert.

[0015] In einer Ausführungsform des erläuternden Verfahrens ist der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern in den die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen. Eine Art, die Konzentration von freien Ladungsträgern zu ändern ist, mindestens eine der die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen (z.B. Platten) mit Photonen zu bestrahlen. Eine andere Art ist, die Temperatur derartiger

Grenzen zu erhöhen, und noch eine weitere Art ist, eine Ladung in mindestens eine der die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zu injizieren.

[0016] In einigen Ausführungsformen umfasst das erläuternde Verfahren einen Schritt des Speicherns von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, nachdem sie geeignet umgeformt wurde. In anderen Ausführungsformen umfasst das Verfahren einen Schritt des Übertragens von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, an andere elektrische Verbraucher, nachdem sie geeignet umgeformt wurde. In noch weiteren Ausführungsformen umfasst das Verfahren einen Schritt des Antreibens einer mikromechanischen Vorrichtung mit der Energie, auf die über das vorliegende Verfahren zugegriffen wird.

[0017] Eine erläuternde Vorrichtung zum Ausführen des erfinderischen Verfahrens umfasst, in einer Ausführungsform, ein System zum Zugreifen auf Nullpunktenergie (z.B. zwei Casimir-Kraft erzeugende Grenzen), das operativ mit einem Energieumformungssystem verbunden ist. In einigen Ausführungsformen umfasst das Energieumformungssystem eine erste Vorrichtung, die betreibbar ist, um mindestens einen physikalischen Faktor des Systems zu ändern, und eine zweite Vorrichtung, die betreibbar ist, um einen Abstand zwischen den die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zu ändern. Die erste und zweite Vorrichtung arbeiten vorteilhafterweise unabhängig voneinander, derart, dass zur selben Zeit der physikalische Faktor beeinflusst werden kann und der Abstand zwischen den Grenzen gesteuert werden kann.

[0018] Der Aufbau des Energieumformungssystems ändert sich als eine Funktion der Art der Energieumformung (z.B. in elektrische Energie zum Speichern, in elektrische Energie für den direkten Gebrauch, in mechanische/kinetische Energie zum Antreiben usw.).

[0019] Dem erläuternden Motorzyklus zugrunde liegend sind die hier beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen eine Entdeckung, dass ein Casimir-Kraft-System nicht-erhaltend gemacht werden kann, indem angemessen ein oder mehrere physikalische Faktoren, die die Casimir-Kraft beeinflussen, geändert werden, oder indem ein oder mehrere Umweltfaktoren, die derartige physikalische Faktoren beeinflussen, geändert werden.

[0020] Insbesondere wurde entdeckt, dass durch Ändern eines physikalischen Faktors, der die Casimir-Kraft beeinflusst, eine Vorrichtung erschaffen werden kann, in der mehr Energie durch die Casimir-Kraft verbraucht wird, wenn die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zusammengezogen werden, als es nötig ist, sie auseinander zu ziehen. Als Folge

davon kommt es, wenn derartige Grenzen auseinander gezogen werden, zu einer reinen Energieübertragung. Der Zyklus kann wiederholt werden, solange wie die Vorrichtung bestehen bleibt.

[0021] Anders als die Gravitationskraft, deren Wert nicht von den Eigenschaften einer Masse, auf die eingewirkt wird, abhängt, hängt die Casimir-Kraft von einer Vielfalt von physikalischen Faktoren ab, die geändert werden können, wenn ein bestimmter Energiepreis bezahlt wird. Wenn eine derartige Einbuße kleiner ist, im absoluten Sinne, als die durch die Casimir-Kraft in einem Zyklus aufgewendete gesamte Arbeit, steht ein Reinbetrag von Energie, auf den über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, zur Rückgewinnung zur Verfügung. Wenn die Einbuße größer ist, im absoluten Sinne, als die durch die Casimir-Kraft in einem Zyklus aufgewendete gesamte Arbeit, dann funktionieren die vorliegenden Verfahren und Vorrichtungen lediglich, um Energie umzusetzen (d.h. als ein Energieumwandler), erzielen aber keinen reinen Energiezugewinn.

[0022] Einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung scheinen den normalen Auslegungen des Prinzips der Energieerhaltung zu widersprechen, tun dies aber tatsächlich nicht. Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, wird aufgrund von wohlbekannten Energieerhaltungsargumenten, und nicht trotz derselben, bereitgestellt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] [Fig. 1](#) stellt ein wohlbekanntes, die Casimir-Kraft erzeugendes System dar.

[0024] [Fig. 2](#) stellt einen erläuternden Motorzyklus gemäß der vorliegenden Lehren dar.

[0025] [Fig. 3](#) stellt ein Verfahren für Energieextraktion gemäß der erläuterten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

[0026] [Fig. 4](#) stellt die Abhängigkeit der Casimir-Kraft von dem Plattenabstand als eine Funktion des Mengenwerts der Dotiersubstanz dar.

[0027] [Fig. 5](#) stellt symbolisch eine erläuternde Ausführungsform der Energieextraktionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Lehren dar.

[0028] [Fig. 6](#) stellt eine Ausführungsform der erläuterten, in [Fig. 5](#) dargestellten Energieextraktionsvorrichtung dar. Die Vorrichtung wird am Ende einer ersten Zustandsänderung gemäß dem erläuternden Zyklus von [Fig. 2](#) und am Ende eines ersten Schritts gemäß dem erläuternden Verfahren von [Fig. 3](#) dargestellt.

[0029] [Fig. 7](#) stellt die in [Fig. 6](#) gezeigte Energieextraktionsvorrichtung dar, stellt die Vorrichtung jedoch am Ende einer zweiten Zustandsänderung gemäß dem erläuternden Zyklus von [Fig. 2](#) und am Ende eines zweiten Schritts gemäß dem erläuternden Verfahren von [Fig. 3](#) dar.

[0030] [Fig. 8](#) stellt die in [Fig. 6](#) gezeigte Energieextraktionsvorrichtung dar, stellt die Vorrichtung jedoch am Ende einer dritten Zustandsänderung gemäß dem erläuternden Zyklus von [Fig. 2](#) und am Ende eines dritten Schritts gemäß dem erläuternden Verfahren von [Fig. 3](#) dar.

[0031] [Fig. 9](#) stellt die in [Fig. 6](#) gezeigte Energieextraktionsvorrichtung dar, stellt die Vorrichtung jedoch am Ende einer vierten Zustandsänderung gemäß dem erläuternden Zyklus von [Fig. 2](#) und am Ende eines vierten Schritts gemäß dem erläuternden Verfahren von [Fig. 3](#) dar.

[0032] [Fig. 10a–10e](#) stellen das Umlaufen von zwei Regelgrößen in einem erläuternden Verfahren gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0033] [Fig. 11](#) stellt eine weitere erläuternde Ausführungsform eines Verfahrens für Energieextraktion gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0034] [Fig. 12](#) stellt eine Anordnung dar, wobei Energie, die zurückgewonnen wird, benutzt wird, um eine Vorrichtung anzutreiben, die Elektrizität erfordert, um zu arbeiten.

[0035] [Fig. 13](#) stellt eine Anordnung dar, wobei zurückgewonnene Energie als eine Antriebskraft benutzt wird.

[0036] [Fig. 14](#) stellt eine erläuternde Ausführungsform eines Teilchenbeschleunigers gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0037] [Fig. 15](#) stellt eine erläuternde Ausführungsform eines Teilchenverzögerers gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0038] [Fig. 16](#) stellt ein erstes erläuterndes Verfahren zum Beschleunigen/Verzögern von Teilchen gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0039] [Fig. 17](#) stellt ein zweites erläuterndes Verfahren zum Beschleunigen/Verzögern von Teilchen gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0040] [Fig. 18](#) stellt ein drittes erläuterndes Verfahren zum Beschleunigen/Verzögern von Teilchen gemäß den vorliegenden Lehren dar.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Feld usw.) herrührt, das über die Casimir-Kraft beeinflusst wird.

[0041] Wie im Abschnitt Stand der Technik angegeben, rührt die Casimir-Kraft (in mindestens einer Auslegung) von der Auferlegung von Grenzbedingungen auf ein Quellenkraftfeld her, wie etwa dem quantenelektromagnetischen Feld, dem „starken“ Kraftfeld, dem Gravitationskraftfeld und dem „schwachen“ Kraftfeld. Obwohl die hier beschriebenen erläuternden Verfahren und Vorrichtungen auf Systeme abzielen, in denen die Casimir-Kraft von Wechselwirkungen mit dem quantenelektromagnetischen Feld herrührt, ist die vorliegende Erfindung ebenfalls anwendbar auf Systeme, in denen die Casimir-Kraft von Wechselwirkungen mit dem „starken“ Kraftfeld, dem Gravitationskraftfeld und dem „schwachen“ Kraftfeld herrührt.

[0042] Es wird verstanden werden, dass die erläuternden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die Nullpunktenergie nicht buchstäblich in eine andere Form der Energie „ändern“ oder „umwandeln“. Insbesondere, gemäß einigen Ausführungsformen einer erläuternden Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung stehen die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen mit einem Energieumsetzungssystem in Wechselwirkung oder wirken mit ihm zusammen. Derartige Wechselwirkungen umfassen zum Beispiel das Verschieben einer Bindung, die in eine andere Vorrichtung eingreift oder das Beeinflussen eines elektrostatischen Felds. In dem Maße, in dem solche Wechselwirkungen auftreten, wird demnach Nullpunktenergie in eine andere Form von Energie umgesetzt oder geändert – sei es elektrische, kinematische usw..

[0043] Wie in dieser Patentschrift verwendet, bezeichnet die Formulierung „Casimir-Kraft erzeugende Grenzen“ jedes Objekt (Masse) oder Feldkraft, die fähig ist, die zulässigen Schwingungsformen von zufälligen Schwankungen auf Quantenebene eines Quellenkraftfelds einzuschränken oder andernfalls fähig ist, die Grenzbedingungen eines Quellenkraftfelds von Freifeldbedingungen ausgehend zu ändern. Derartige Objekte umfassen, ohne Einschränkung, Platten, Kugeln, Teilchen (selbst atomare und subatomare Teilchen) und Ähnliches. Mit Bezug auf Kraftfelder wird jedes sekundäre Kraftfeld (d.h. sekundär mit Bezug auf ein Quellkraftfeld), das, ohne Einschränkung, ein elektromagnetisches Feld umfasst, mit dem Quellenkraftfeld in Wechselwirkung treten und daher die Grenzbedingungen des Quellkraftfelds von Freifeldbedingungen ausgehend ändern.

[0044] Wie in dieser Patentschrift verwendet, bedeutet die Formulierung „Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird“ Energie (z.B. Nullpunktenergie), die von einem Quellenkraftfeld (z.B. quantenelektromagnetischen

[0045] Wie in dieser Patentschrift verwendet, bedeuten die Formulierungen „reiner Zugewinn“, „reiner Austausch“ und die Formulierung „Rückgewinnung“, wenn in Verbindung mit dem Ausdruck „Energie“ verwendet, dass mehr Energie von einem System entnommen wird als dass ihm zugegeben wird. Die Formulierungen „umwandeln“ oder „Umwandlung“, wenn in Verbindung mit dem Ausdruck „Energie“ verwendet, bedeuten, dass während Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, für eine Benutzung nutzbar gemacht wird, kein reiner Zugewinn von Energie über die vorliegenden Verfahren oder Vorrichtungen verwirklicht wird. Wie in der Patentschrift verwendet, bedeutet der Ausdruck „Extraktion“, wenn in Verbindung mit dem Ausdruck „Energie“ verwendet, dass er im Allgemeinen sowohl Energieumwandlung als auch Energierückgewinnung betrifft, oder beides, Energieumwandlung und Energierückgewinnung betrifft.

[0046] Die hier beschriebenen erläuternden Ausführungsformen sind Verbesserungen an einem einfachen, wohlbekannten, die Casimir-Kraft erzeugenden Systems, welches in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Insbesondere stellt [Fig. 1](#) zwei die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 dar. Die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 sind durch einen Abstand s getrennt. Die die Casimir-Kraft erzeugende Grenze P_1 ist bewegbar in Richtung (und weg von) der der Casimir-Kraft erzeugenden Grenze P_2 .

[0047] Wie von dem Fachmann verstanden werden wird, werden, wenn Casimir-Kraft-Berechnungen ausgeführt werden, die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 als Platten (normalerweise dielektrisch) betrachtet, die eine „halb-unendliche“ Dicke aufweisen. Daher wird für solche Berechnungen von der die Casimir-Kraft erzeugenden Grenze P_1 (als eine dünne plattenartige Struktur in [Fig. 1](#) gezeigt) angenommen, dass sie sich unendlich nach links (in [Fig. 1](#)) erstreckt, beginnend an der Fläche von P_1 , die der Grenze P_2 nahe liegt. Auf ähnliche Weise erstreckt sich die die Casimir-Kraft erzeugende Grenze P_2 unendlich nach rechts, beginnend an der Fläche von P_2 , die der Grenze P_1 nahe liegt.

[0048] Die halb-unendliche Grenze P_1 weist dielektrische Eigenschaften $\epsilon_1(\omega)$ auf, und die halb-unendliche Grenze P_2 weist dielektrische Eigenschaften $\epsilon_2(\omega)$ auf. Von dem Bereich zwischen derartigen Grenzen wird angenommen, dass er dielektrische Eigenschaften $\epsilon_3(\omega)$ aufweist. Wenn mengenbezogene Schätzungen durchgeführt werden, wird normalerweise angenommen, dass $\epsilon_1(\omega) = \epsilon_2(\omega)$, und $\epsilon_3(\omega) = 1$ ist. Wirkliche Platten haben natürlich eine nicht-unendliche Dicke. In vielen Fällen ändert die nicht-unendliche Dicke von wirklichen Platten die mengenbe-

zogenen Ergebnisse, die sich auf der Annahme von halb-unendlichen Grenzen gründen, nicht.

[0049] Es wird erkannt werden, dass die Casimir-Kraft eine Funktion der besonderen Geometrie des die Casimir-Kraft erzeugenden Systems ist. Zum Beispiel ist in einem System, das zwei parallele Grenzen umfasst, wie in [Fig. 1](#), die Casimir-Kraft anziehend, jedoch in einem System, das zwei Hälften von dünnen, kugelförmigen Metallschalen umfasst, ist die Casimir-Kraft abstoßend. Außerdem wird das Ändern der physikalischen Ausrichtung von zueinander beabstandeten Grenzen P_1 und P_2 von „parallel“ zu „nicht parallel“ die Casimir-Kraft beeinflussen. Und natürlich wird das Verändern des zwischen den zwei nicht-parallelen Grenzen definierten Winkels die Casimir-Kraft verändern. Ebenfalls wird das Verbiegen einer Grenze (siehe z.B. [Fig. 6](#)) die Casimir-Kraft beeinflussen. Die Fähigkeit, Energie zu extrahieren, und das Ausmaß einer derartigen Extraktion gemäß den vorliegenden Lehren können sich deshalb als eine Funktion der besonderen benutzten Anordnung ändern. Es wird von dem Fachmann verstanden werden, dass Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Casimir-Kraft-erzeugende Grenzen benutzen können, die außer in parallel zueinander beabstandeten Anordnungen, wie in [Fig. 1](#) dargestellt, in vielen besonderen Anordnungen angeordnet sind.

[0050] Wiederum mit Bezug auf [Fig. 1](#) wird die Casimir-Kraft F_c zwischen P_1 und P_2 als eine anziehende Kraft dargestellt, die ein Funktion ist von:

1. dem Abstand s zwischen den Flächen;
2. jedem physikalischen Faktor Y_i , der das Dielektrikum und andere Eigenschaften (z.B. wie etwa Oberflächenrauheit usw.) der Materialien, die das System umfassen (z.B. wie das Material, das die Grenzen P_1 und P_2 umfasst)
3. jedem Umweltfaktor X_j , der jeden physikalischen Faktor Y_i beeinflusst.

[0051] Bezüglich Punkt 2 kann die Konzentration von freien Trägern in P_1 und P_2 zum Beispiel die Größe der Casimir-Kraft F_c (andere Parameter, die die Casimir-Kraft beeinflussen, werden später in dieser Patentschrift beschrieben) beeinflussen.

[0052] Bezüglich Punkt 3 umfassen die Umweltfaktoren X_j , die die physikalischen Faktoren Y_i beeinflussen, ohne Einschränkung die absolute Temperatur und die Strahlungsdichte. Und, die Abhängigkeit des physikalischen Faktors Y_i besteht zusätzlich zu jeglicher inneren Abhängigkeit der Casimir-Kraft F_c von der Temperatur. Daher ist für jede bestimmte Anordnung von P_1 und P_2 die Casimir-Kraft F_c einer Funktion der Art:

$$F_c = F_c(s; Y_1(X_1, X_2, \dots); Y_2(X_1, X_2, \dots); \dots) \quad [2]$$

[0053] [Fig. 2](#) stellt einen Ausdruck eines erläuternden

den „Motor“-Zyklus **200** für die Benutzung bei der Extraktion von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, gemäß den vorliegenden Lehren dar. Ein auf den Motorzyklus **200** basierendes Verfahren **300** ist in [Fig. 3](#) dargestellt.

[0054] In [Fig. 2](#) stellt die Abszisse (d.h. die x-Achse) den Abstand s zwischen zwei die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 (siehe [Fig. 1](#)) dar, und die Ordinate (d.h. die y-Achse) stellt den Absolutwert der Casimir-Kraft dar.

[0055] Der erläuternde Motorzyklus **200** wird aus pädagogischen Gründen mit Bezug auf die Punkte A, B, C und D beschrieben. Es wird verstanden werden, dass derartige Punkte beliebig sind und aus Gründen der Darstellung, und nicht der Einschränkung, benutzt werden.

[0056] Der erläuternde Motorzyklus **200** umfasst die Zustandsänderungen **202**, **204**, **206** und **208**, die den Wert der Casimir-Kraft F_c beeinflussen. Die Beschreibung des Zyklus **200** beginnt am Punkt A, wobei die Casimir-Kraft F_c einen Wert F_c^A aufweist, der eine Funktion des Abstands s und allen physikalischen Faktoren $Y_i(X_j)$ ist:

$$F_c^A = F_c(s_A; Y_{1A}(X_{1A}, X_{2A}, \dots); Y_{2A}(X_{1A}, X_{2A}, \dots); \dots) \quad [3]$$

[0057] Beginnend am Punkt A wird eine Zustandsänderung oder Umwandlung **204** ausgeführt, die am Punkt B endet. Um die Zustandsänderung **204** (z.B. $A \rightarrow B$) auszuführen, wird der Abstand s zwischen den die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen geändert, aber von allen anderen physikalischen und umweltbedingten Faktoren $Y_i(X_j)$, die die Casimir-Kraft beeinflussen, wird angenommen, dass sie im Wesentlichen konstant sind und ihrem Wert am Punkt A entsprechen. Die Änderung des Abstands s führt natürlich zu einer Änderung des Werts der Casimir-Kraft F_c auf:

$$F_c^B = F_c(s_B; Y_{1A}(X_{1A}, X_{2A}, \dots); Y_{2A}(X_{1A}, X_{2A}, \dots); \dots) \quad [4]$$

[0058] In der Zustandsänderung **204** des erläuternden Zyklus **200** erhöht sich die Casimir-Kraft F_c gemäß Ausdruck [1], da der Abstand s verringert wird.

[0059] Am Punkt B tritt eine weitere Zustandsänderung **206** auf, die am Punkt C endet. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, werden während der Zustandsänderung **206** (d.h. $B \rightarrow C$) die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen (z.B. P_1 und P_2) im Wesentlichen derart konstant gehalten, dass es keine Änderung des Abstands s gibt. Es erfolgt eher eine Änderung der physikalischen Faktoren $Y_i(X_j)$. Da gemäß Definition derartige physikalische Faktoren die Casimir-Kraft beeinflussen, ändert die Änderung der physikalischen

Faktoren $Y_i(X_j)$ den Wert der Casimir-Kraft F_c auf:

$$F_c^C = F_c(s_B; Y_{1C}(X_{1C}, X_{2C}, \dots); Y_{2C}(X_{1C}, X_{2C}, \dots); \dots) [5]$$

[0060] In Ausdruck [5] wird auf den Abstand s als " s_B " verwiesen, um hervorzuheben, dass es bei dieser Größe keine Änderung (d.h. $S_c = S_B$) während der Zustandsänderung **206** gibt.

[0061] Von Punkt C aus tritt Zustandsänderung **208** auf, die am Punkt D endet. In Zustandsänderung **208** (d.h. $C \rightarrow D$) ist der Abstand s vorteilhafterweise zu seinem ursprünglichen Wert (d.h. $S_D = S_A$) zurückgekehrt, während alle anderen Parameter im Wesentlichen konstant gehalten werden. Der Wert der Casimir-Kraft F_c am Punkt D ist aufgrund der Zustandsänderung **208**:

$$F_c^D = F_c(s_A; Y_{1C}(X_{1C}, X_{2C}, \dots); Y_{2C}(X_{1C}, X_{2C}, \dots); \dots) [6]$$

[0062] Schließlich werden in Zustandsänderung **202**, die am Punkt A (d.h. $D \rightarrow A$) endet, die physikalischen Faktoren $Y_i(X_j)$ vorteilhafterweise auf ihre ursprünglichen Werte zurückgesetzt, derart, dass der Wert der Casimir-Kraft F_c gegeben ist durch:

$$F_c^A = F_c(s_A; Y_{1A}(X_{1A}, X_{2A}, \dots); Y_{2A}(X_{1A}, X_{2A}, \dots); \dots) [7]$$

[0063] Die Gesamtenergie, W_{tot} , die vom Motorzyklus **200** zur Verfügung steht, ist gegeben durch:

$$W_{\text{tot}} \equiv (W_{DA} - W_{BC}) - W_{\text{Cas}} [8]$$

wobei:

- W_{BC} stellt eine von dem System ($W_{BC} > 0$) übertragene Energiemenge dar, um Zustandsänderung **206** zu erzeugen;
- W_{DA} stellt eine von dem System ($W_{DA} > 0$) übertragene Energiemenge dar, um Zustandsänderung **202** zu erzeugen; und
- W_{Cas} ist die gesamte durch die Casimir-Kraft F_c ausgeführte mechanische Arbeit über ihren geschlossenen Pfad (d.h. die durch die Kurven, die den Zyklus **200** definieren, eingeschlossene Fläche).

[0064] Die Menge W_{DA} , oder Zustandsänderung **202**, stellt die Zugabe von Energie zu einem Motorzyklus **200** dar. Die Menge W_{BC} oder Zustandsänderung **206** stellt die Entnahme von Energie von dem Motorzyklus **200** dar. Die Entnahme oder Zugabe derartiger Energie kann auf zahlreiche Arten erfolgen, einige davon werden später in dieser Patentschrift beschrieben.

[0065] Die durch die Casimir-Kraft ausgeführte Arbeit W_{Cas} ist gegeben durch:

$$W_{\text{Cas}} \equiv c \int F_c(s; Y_i(Y_j)) ds [9]$$

[0066] Herkömmliche Energieumformungssysteme sind erhaltend. Als solches ist die Gesamtenergie W_{tot} , die von derartigen Systemen zur Verfügung steht, gleich Null. Mit anderen Worten, die Energie „aus“ derartigen Systemen ist niemals größer als die Energie, die zu derartigen Systemen zugegeben wurde. Angesichts von Ineffizienzen (z.B. Reibung usw.) in praktikablen Systemen ist die nutzbare Energie aus einem System heraus normalerweise weitaus weniger als die zu dem System zugegebene Energie.

[0067] Es soll zum Beispiel ein hydroelektrisches Werk betrachtet werden. Wasser kann nicht zur Spitze eines Wasserfalls zurück transportiert werden, ohne eine Energiemenge zu verbrauchen, die genau der kinetischen Energie entspricht, die von demselben Wasser während des Durchfallens durch die Turbinen am Fuße des Wasserfalls erhalten wurde. Dies ist von den erhaltenden Eigenschaften der Gravitationskraft wohlverstanden. Tatsächlich hat ein beträchtlicher Aufwand an Experimentieren übereinstimmend gezeigt, dass die Gravitationskonstante nicht von den chemischen Eigenschaften der betroffenen Materialien oder von deren Temperatur abhängt.

[0068] Im Gegensatz zu der Gravitationskonstante sagt jede vorliegende Theorie der Casimir-Kraft zwischen zwei Oberflächen eine Abhängigkeit von diesen wirklich physikalischen oder umweltbedingten Faktoren voraus (siehe Ausdruck 2, oben). Die Neigung, den Austausch von Energie, auf die über die die Casimirkraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, mit dem der hydroelektrischen Energieerzeugung und anderen herkömmlichen Formen der Energieerzeugung zu vergleichen, ist deshalb unpassend und unrichtig.

[0069] Der vorliegende Erfinder hat entdeckt, dass durch angemessenes Ändern von irgendeinem der physikalischen Faktoren $Y_i(X_j)$ ein Casimir-Kraft-System nicht-erhaltend gemacht werden kann, derart, dass ein reiner Austausch von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, möglich ist, zumindest theoretisch, wie etwa über den Motorzyklus **200**. Leider ist die Entnahme und die Eingabe von Energie in Verbindung mit dem Zyklus **200** nicht ohne weiteres in Beziehung zu setzen zu den verschiedenen Zustandsänderungen, die den Zyklus bilden. Die Energiebilanz wird bestimmt durch Aufrechnung der verschiedenen Beiträge, wie in Ausdruck [8] angezeigt.

[0070] Beim Betrachten des Zyklusses in seiner Gesamtheit wird allerdings die Möglichkeit für Energierückgewinnung offensichtlich. Der Motorzyklus **200** erzeugt eine Situation, in der mehr Arbeit erforderlich ist, die Platten zusammenzuziehen (Arbeit, die durch die Casimir-Kraft ausgeführt wird) als sie auseinanderzuziehen (Energie, die dem System zugegeben

wird). Und, wenn $(W_{DA} - W_{BC}) - W_{Cas} < 0$, gibt es einen reinen Rückgewinn von Energie-Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird.

[0071] Der Unterschied in der oben beschriebenen Arbeit ist in [Fig. 2](#) erkennbar. Insbesondere ist die Änderung in der Casimir-Kraft größer für die Zustandsänderung von Punkt A zu Punkt B (Arbeit, die durch die Casimir-Kraft ausgeführt wird), wobei der Abstand zwischen den Platten verringert wird, als für die Zustandsänderung von Punkt C zu Punkt D, wobei der Abstand zwischen den Platten vergrößert wird (Energie wird zugeführt, um die Platten auseinanderzuziehen). Wiederum ist es eine Änderung im Wert der physikalischen Faktoren $Y_i(X_j)$, die dies möglich macht.

[0072] Insbesondere sind die physikalischen Faktoren, an den Punkten A und B, durch einen ersten Satz von Werten (siehe Ausdrücke [3] und [4]) definiert, während an den Punkten C und D die physikalischen Faktoren durch einen zweiten Satz von Werten (siehe Ausdrücke [5] und [6]) definiert werden. Da die Casimir-Kraft eine Funktion von physikalischen Faktoren $Y_i(X_j)$ ist, führt die Wertänderung der physikalischen Faktoren zu einem Unterschied in der Casimir-Kraft für einen bestimmten Abstand zwischen den die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen (vergleiche z.B. Punkt D mit Punkt A). Und, was noch wichtiger im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung ist, die Änderungsrate der Casimir-Kraft ist unterschiedlich.

[0073] Rückgewinnung von Energie von einem Quellenergiefeld gemäß dem erläuternden Motorzyklus **200** ist leicht unterscheidbar von, zum Beispiel, reinem Zugewinn von Energie von einer endlosen Rückführung von Wasser vom Fuße bis zur Spitze eines Wasserfalls in der Escher'schen Art und Weise. Wiederum hängt im Unterschied zur Gravitationskraft die Casimir-Kraft von einer Vielzahl von physikalischen Faktoren ab, die geändert werden können, wenn ein bestimmter Energiepreis bezahlt wird. Wenn eine solche Einbuße kleiner ist, im absoluten Sinne, als die durch die Casimir-Kraft im Zyklus **200** aufgewendete gesamte Arbeit, steht ein Reinbetrag von Energie, auf den über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, zur Rückgewinnung zur Verfügung.

[0074] Diese Entdeckung scheint der normalen Auslegungen des Prinzips der Energieerhaltung zu widersprechen. Tatsächlich tut sie es aber nicht; Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, wird aufgrund von wohl bekannten Energieerhaltungsargumenten, und nicht trotz derselben, bereitgestellt. Tatsächlich müssten eine oder mehrere bekannten physikalischen Prinzipien aufgegeben werden, um zu dem Schluss zu

kommen, dass in dem hier beschriebenen, erläuterten Motorzyklus **200** die Casimir-Kraft erhaltend ist. In diesem Zusammenhang sollte vermerkt werden, dass sich die interpretativen Einzelheiten zwischen einer auf der QED basierenden Beschreibung der Casimir-Kraft und einer auf der SED basierenden Beschreibung der Casimir-Kraft unterscheiden werden.

[0075] Ungeachtet des Vorangegangenen, wenn ein reiner Zugewinn von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, in der Praxis aufgrund von technologischen oder unerwarteten Einschränkungen nicht verwirklicht wird, dann stellt der Motorzyklus **200** eine Energieumwandlung bereit – das heißt, der Zyklus stellt einfach eine Umwandlung oder eine Umwandlungsfunktion bereit. Für weitere theoretische Behandlung des hier beschriebenen erläuternden Motorzyklusses, die eine Bewertung des reinen Energiezugewinns umfasst, siehe Pinto, F., „On the Engine Cycle of an Optically Controlled Vacuum Energy Transducer“, Phys. Rev. B, Band 60, 2. Ausgabe, 1. Dez. 1999, Seite 14740+, hiermit durch Bezugnahme aufgenommen.

[0076] [Fig. 3](#) stellt ein Flussdiagramm eines erläuternden Verfahrens **300** für die Extraktion von Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, gemäß einer dargestellten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Das Verfahren **300** basiert auf dem erläuternden Motorzyklus **200**. Die Schritte oder Abläufe des erläuternden Verfahrens **300** sind in einer für die Beschreibung geeigneten Weise angeordnet. Insbesondere sind derartige Schritte angeordnet, um die Bezugnahme auf die vorangegangene Beschreibung des Motorzyklusses **200** zu erleichtern. Es wird von der Beschreibung des Motorzyklusses **200** verstanden werden, dass die Reihenfolge, in der die verschiedenen Abläufe oder Schritte des erläuternden Verfahrens ausgetragen werden, beliebig ist.

[0077] Das Verfahren **300** wird, wie der Motorzyklus **200**, auf dem es basiert, im Zusammenhang mit einem System beschrieben, das zwei die Casimir-Kraft erzeugende Grenzen aufweist, wie etwa zwei Platten, wobei eine fest und die andere beweglich ist, die voneinander beabstandet und parallel zueinander angeordnet sind. Zur Deutlichkeit der Darstellung werden die Grundabläufe des erläuternden Verfahrens **300** zuerst beschrieben. Diese Beschreibung wird gefolgt von einer Beschreibung des Energieflusses in und aus einem System, das das Verfahren **300** ausführt.

[0078] Mit Bezug auf [Fig. 3](#) wird in einem ersten Ablauf des Verfahrens **300** mindestens ein physikalischer Faktor Y_i , der den Wert der Casimir-Kraft beeinflusst, geändert. Beginnend, der Einfachheit halber, am Punkt D im Motorzyklus **200**, entspricht der Ablauf **302** der Zustandsänderung oder Umwandlung

202 (d.h. $D \rightarrow A$ Zustandsänderung). Wie später ausführlich in dieser Patentschrift in Verbindung mit den [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) beschrieben wird, erfordert der Ablauf **302** in einigen Ausführungsformen die Zugabe von Energie zu dem System.

[0079] Beispiele von physikalischen Faktoren, die in verschiedenen Ausführungsformen geändert werden, umfassen, ohne Einschränkung, die Konzentration von freien Ladungsträgern und die Anordnung und Stärke von beliebigen Absorptionsbereichen in dem Material, das die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen umfasst. In anderen Ausführungsformen umfassen geänderte physikalische Faktoren die Materialeigenschaften von den die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen. Derartige Materialeigenschaften umfassen, ohne Einschränkung, dielektrische Eigenschaften und Oberflächenrauheit.

[0080] Ein zusätzlicher änderbarer, physikalischer Faktor umfasst die besondere Geometrie des die Casimir-Kraft erzeugenden Systems. Zum Beispiel wird das Ändern der physikalischen Ausrichtung der voneinander beabstandeten Grenzen P_1 und P_2 von „parallel“ zu „nicht-parallel“ die Casimir-Kraft beeinflussen. Und natürlich wird das Verändern des zwischen zwei nicht-parallelen Grenzen definierten Winkels die Casimir-Kraft verändern. Ebenfalls wird das Biegen einer Grenze (siehe z.B. [Fig. 6](#)) die Casimir-Kraft beeinflussen.

[0081] Material (Materialien), das (die) die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen umfasst (umfassen), wird (werden) passend als eine Funktion des (der) für die Änderung ausgewählten physikalischen Faktors (Faktoren) Y_i ausgewählt. Zum Beispiel sind in einer Ausführungsform, in der der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist, die Grenzen vorteilhafterweise Halbleiter oder Verbundhalbleiter. Beispielhafte Halbleiter (für Ausführungsformen, in denen der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist) umfassen, ohne Einschränkung, Silizium (Si), Germanium (Ge) und Verbundhalbleiter wie etwa, ohne Einschränkung, Galliumarsenid (GaAs), Indium-Galliumarsenid (InGaAs) und Indium-Antimonid (InSb).

[0082] Außerdem umfassen die Grenzen in einigen Ausführungsformen dotierte Halbleiter und dotierte Verbundhalbleiter, die, ohne Einschränkung, phosphor-dotiertes Silizium und Indium-Antimonid umfassen, die natürlich auftretende Störstellen aufweisen. In einigen Ausführungsformen werden die Dotiersubstanzen basierend auf ihrer relativen Leichtigkeit der Ionisierung ausgewählt.

[0083] Mittels einer Abbildung stellt [Fig. 4](#) Aufzeichnungen dar, die die Änderung der Casimir-Kraft aufgrund einer Abweichung der freien Ladungsträger,

herbeigeführt über verschiedene Dotiersubstanzkonzentrationen, zeigt. Die Aufzeichnungen **410**, **412**, **414** und **416** zeigen die Casimir-Kraft als eine Funktion des Plattenabstands für Platten, die aus kristallinem Silizium gebildet sind, das mit dem Donator Phosphor bei Konzentrationen dotiert ist von jeweils: $0,011 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $0,52 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ und $3,8 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$. Hohe Konzentrationen von Dotiersubstanzen erzeugen mehr freie Ladungsträger, was zu einem Anstieg der Casimir-Kraft führt. Es ist allerdings normalerweise mehr Energie erforderlich, um derartige größere Mengen von freien Ladungsträgern zu erzeugen, derart, dass es keinen Vorteil geben kann, extrem stark dotierte Materialien zu benutzen.

[0084] In einigen Ausführungsformen wird der Ablauf **302** ausgeführt, indem der physikalische Faktor Y_i direkt geändert wird. In Fortführung des vorangehenden Beispiels, in dem der geänderte physikalische Faktor die Konzentration der freien Ladungsträger ist, wird diese Konzentration in einer Ausführungsform durch Bestrahlen der die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 direkt geändert. In einer anderen Ausführungsform wird die Konzentration der freien Ladungsträger direkt geändert, indem eine Ladung in die Grenzen P_1 und P_2 injiziert wird. Verschiedene andere dem Fachmann bekannte Arten, um die Konzentration der freien Ladungsträger zu beeinflussen, können in geeigneter Weise benutzt werden, um den Ablauf **302** auszuführen.

[0085] In anderen Ausführungsformen wird der Ablauf **302** ausgeführt, indem der physikalische Faktor Y_i indirekt geändert wird, wie etwa durch Ändern des Umweltfaktors X_j , der den physikalischen Faktor Y_i beeinflusst. Ein derartiger, leicht geänderter Umweltfaktor, der geeignet ist, um den physikalischen Faktor Y_i zu ändern, ist die Temperatur. In dem besonderen Beispiel der Konzentration von freien Ladungsträgern als der geänderte physikalische Faktor, verursacht das Ändern der Temperatur der die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 thermische Ionisierung der Donator-Dotiersubstanzen und eine daraus folgende Erhöhung der Trägerkonzentration.

[0086] Der Ausdruck „Ändern eines physikalischen Faktors“, wie in dieser Patentschrift verwendet, soll sowohl die direkte Änderung des physikalischen Faktors Y_i , als auch die indirekte Änderung des physikalischen Faktors Y_i , wie etwa durch Ändern des Umweltfaktors X_j , der, wie oben beschrieben, den physikalischen Faktor Y_i beeinflusst, umfassen. Wie hier verwendet, schließt der Ausdruck „Ändern eines physikalischen Faktors“ ausdrücklich das Ändern des Abstands zwischen den die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 aus. Außerdem, sofern nicht anderweitig angezeigt, soll der Ausdruck „physikalischer Faktor“ physikalische Faktoren und Umweltfaktoren, die den physikalischen Faktor beeinflussen,

umfassen.

[0087] In Fortführung der Beschreibung des erläuternden Verfahrens **300** wird der Abstand s zwischen den zwei die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 im Ablauf **304** geändert. Mit Bezug auf den Zyklus **200** entspricht der Ablauf **304** der Zustandsänderung **204** (d.h. $A \rightarrow B$). Die Art und Weise in der der Ablauf **304** durchgeführt wird, hängt natürlich von der für die Ausführung des Verfahrens **300** gewählten Vorrichtung ab. Eine Ausführungsform einer Vorrichtung, die für die Ausführung des Verfahrens **300** geeignet ist, wird später in dieser Beschreibung in Verbindung mit den [Fig. 5](#) bis 11 beschrieben.

[0088] Im Ablauf **306** wird (werden) der physikalische Faktor (die physikalischen Faktoren) Y_i , der (die) im Ablauf **302** geändert wurde(n), wieder geändert. In einer Ausführungsform ist der geänderte physikalische Faktor (sind die geänderten physikalischen Faktoren) vorteilhafterweise auf seinen (ihre) ursprünglichen Wert(e) (z.B. den Wert(en) am Punkt D) zurückgegangen. Eine derartige Ausführungsform entspricht der Zustandsänderung **306** (d.h. $B \rightarrow C$), dargestellt im Zyklus **200** ([Fig. 2](#)).

[0089] In anderen Ausführungsformen wird der geänderte physikalische Faktor (werden die geänderten physikalischen Faktoren) in eine angemessene „Richtung“ geändert, geht (gehen) aber nicht auf seinen (ihre) ursprünglichen Wert(e) zurück. Zum Beispiel, mit Bezug auf [Fig. 2](#), wird (werden) in anderen Ausführungsformen der physikalische Faktor derart geändert, dass die Casimir-Kraft wie in der Umwandlung $B \rightarrow C$ abnimmt, jedoch reduziert die Änderung die Casimir-Kraft nicht völlig auf den Wert am Punkt C, derart, dass der physikalische Faktor nicht auf seinen ursprünglichen Wert zurückgegangen ist. Die Zustandsänderung führt eher zu einem Wert der Casimir-Kraft, der mehr oder weniger der Wert am Punkt C ist. Und in einer weiteren Ausführungsform wird (werden) im Ablauf **306** ein anderer physikalische Faktor (andere physikalischen Faktoren) geändert als im Ablauf **302**.

[0090] In Ablauf **308** wird der Abstand s zwischen den zwei Grenzen P_1 und P_2 wieder geändert. Insbesondere ist die bewegliche Oberfläche vorteilhafterweise in ihre ursprüngliche Position zurückgegangen. Daher ist nach Abschluss des Ablaufs **308** der Abstand s zwischen den Grenzen vorteilhafterweise derselbe der er war, bevor sie in Ablauf **304** verschoben wurden. Die Abläufe **302** bis **308** führen zur Extraktion der Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird. Die Abläufe **310A**, **310B** und **310C**, die später in dieser Patentschrift beschrieben werden, betreffen die Verwendung von derartiger extrahierter Energie.

[0091] Das erläuternde Verfahren **300** wird weiter

später in dieser Patentschrift mit Bezug auf die [Fig. 6](#) bis 11 beschrieben, welche eine Ausführungsform einer erläuternden Energieextraktionsvorrichtung **500** darstellen, die das erläuternde Verfahren **300** ausführt.

[0092] Die erläuternde Energieextraktionsvorrichtung **500** ist, wenn sie das erläuternde Verfahren **300** ausführt, betriebsbereit, um Energie von einem Quellenkraftfeld, wie etwa einem quantenelektromagnetischen Feld, zu extrahieren. Die erläuternde Energieextraktionsvorrichtung **500** umfasst das Energiezugriffssystem **502** und Energieumwandlungssystem **532**, die miteinander in Wechselwirkung treten oder zusammenwirken, wie durch den Zweirichtungs-Anzeiger **506** angezeigt.

[0093] Das Energiezugriffssystem **502** stellt Zugriff auf ein Quellenkraftfeld, wie etwa das quantenelektromagnetische Feld (QED-Auslegung) bereit. Das Energieumwandlungssystem **532** wandelt die Energie, auf die zugegriffen wurde, neben anderen Funktionen, in eine geeignete Form für die Ausnutzung (z.B. elektrische Energie, kinetische Energie, usw.) um.

[0094] Das Energiezugriffssystem **502** umfasst vorteilhafterweise die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen P_1 und P_2 . Auf Energie von einem Quellenkraftfeld wird über die die Casimirkraft erzeugenden Grenzen **522** und **520** zugegriffen. Das Energieumwandlungssystem **532** umfasst vorteilhafterweise eine erste Vorrichtung/System **540** und eine zweite Vorrichtung/System **534**, die unabhängig voneinander betreibbar sind, um steuerbar die Casimir-Kraft, auf die durch das Energiezugriffssystem **502** zugegriffen wird, zu beeinflussen.

[0095] In den erläuternden Ausführungsformen ist die erste Vorrichtung **540** betreibbar, um einen physikalischen Faktor des Energiezugriffssystems **502** zu ändern, der die Casimir-Kraft beeinflusst. In Ausführungsformen, in denen das Energiezugriffssystem **502** die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen **522** und **520** umfasst, ändert die Vorrichtung **540** vorteilhafterweise einen physikalischen Faktor von mindestens einer der Grenzen **522** und **520**. In einigen Ausführungsformen ist die Vorrichtung **540** ein Laser.

[0096] In den erläuternden Ausführungsformen ist die zweite Vorrichtung betreibbar, um steuerbar den Abstand zwischen zwei die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zu ändern. In einigen Ausführungsformen ist die Vorrichtung **534** eine steuerbare Stromversorgung.

[0097] Die besondere physikalische Anordnung des Energieumwandlungssystems **532** ändert sich mit der Art der Energieumwandlung (z.B. Umwandlung in elektrische Energie, Umwandlung in kinetische Ener-

gie, usw.). Die [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) stellen eine besondere Ausführungsform der Energieextraktionsvorrichtung **500** dar, wobei das Energieumwandlungssystem **532** physikalisch aufgebaut ist, um Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, in elektrische Energie umzuwandeln.

[0098] In der in [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsform umfasst die Energieextraktionsvorrichtung **500** vier Platten **518**, **520**, **522**, **524**, die wie gezeigt zusammenhängen. In der in [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsform umfasst das Energiezugriffssystem **502** die Platten **522** und **520**. Die Platten **522** und **520** wirken insbesondere als die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen.

[0099] Die Platten **520** und **518** sind physikalisch voneinander getrennt und elektrisch über die Abstandsbolzen **526** isoliert, die Platten **522** und **520** sind physikalisch von einander getrennt und elektrisch über die Abstandsbolzen **528** isoliert, und die Platten **524** und **522** sind physikalisch voneinander getrennt und elektrisch über die Abstandsbolzen **530** isoliert. Die Platte **522** ist nach oben und nach unten bewegbar, während die Platten **518**, **520** und Platte **524** unbeweglich sind. Die Abstandsbolzen **526**, **528** und **530** umfassen ein elektrisch isolierendes Material, wie etwa, ohne Einschränkung, Siliziumoxide und Siliziumnitrid.

[0100] Die Energieextraktionsvorrichtung **500** umfasst ferner das Energieumwandlungssystem **532**. In der dargestellten Ausführungsform ist das Energieumwandlungssystem **532** physikalisch aufgebaut, um den Ablauf **310A** des Verfahrens **300** auszuführen, wobei die Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, in elektrische Energie umgewandelt und gespeichert wird.

[0101] Das Energieumwandlungssystem **532** umfasst die Platten **518** und **524**, die bidirektionale Stromversorgung **534**, die elektrisch mit jeder der Platten **518**, **520**, **522** und **524** verbunden ist, den Widerstand **536**, der den inneren Widerstand der bidirektionalen Stromversorgung **534** darstellt, Schalter **538** und Strahlungsquelle **540**, elektrisch verbunden wie gezeigt. In einigen Ausführungsformen ist die Strahlungsquelle **540** eine Quelle monochromatischer Strahlung, wie etwa ein Laser.

[0102] In Ausführungsformen, in denen der physikalische Faktor über eine Strahlungsquelle geändert wird, wie etwa Strahlungsquelle **540**, und (1) der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist und (2) die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen **522** und **520** mit einer Störstelle dotiert sind, um freie Ladungsträgererzeugung zu ergänzen, dann ist die Strahlungsquelle

vorteilhafterweise auf den Ionisierungsgrad der Störstelle abgestimmt. Die Strahlungsquelle **540** wird durch eine gesteuerte Stromversorgung (nicht gezeigt) angetrieben.

[0103] Wenn der Schalter **538** geschlossen ist, ist die steuerbare bidirektionale Stromversorgung **534** betreibbar, um einer ersten kapazitiven Struktur, die durch Seite **524a** der Platte **524** und Seite **522b** der Platte **522** definiert wird, wie jeweils zutreffend, Ladung zuzuführen und Ladung von ihr aufzunehmen. Ferner ist die steuerbare bidirektionale Stromversorgung **534** betreibbar, um einer zweiten kapazitiven Struktur, die durch Seite **520b** der Platte **520** und Seite **518a** der Platte **518** definiert wird, wie jeweils zutreffend, Ladung zuzuführen und Ladung von ihr aufzunehmen.

[0104] Die erläuternde Anordnung von vier Platten **518**, **520**, **522** und **524**, dargestellt in [Fig. 5](#), führt zu einer gleichmäßigen Verteilung von Ladung an den einander zugewandten Seiten **524a** und **522b** der entsprechenden Platten **524** und **522** und an den einander zugewandten Seiten **520b** und **518a** der entsprechenden Platten **520** und **518**. Diese Seiten, die leitfähig sein müssen, empfangen im Wesentlichen die gesamte Ladung, wobei im Wesentlichen keine Ladung durch die einander zugewandten Seiten **522a** und **520a** der entsprechenden Platten **522** und **520** aufgenommen wird. Dies wird in [Fig. 5](#) durch die Präsenz von „+“ und „-“ an den zutreffenden Seiten der Platten **518**, **520**, **522** und **524** dargestellt. Die Platten **524** und **518** werden vorteilhafterweise auf demselben Potenzial gehalten, und die Platten **522** und **520** werden vorteilhafterweise auf demselben Potenzial gehalten. Angesichts der erläuternden Anordnung werden die elektrostatischen Kräfte zwischen den Platten **522** und **520** ziemlich niedrig gehalten und können deshalb vernachlässigt werden.

[0105] Die Platten **522** und **520** umfassen ein Material, das zum Beispiel basierend auf dem physikalischen Faktor, der gemäß dem Verfahren **300** geändert werden wird, ausgewählt wird. Geeignete Materialien für eine Ausführungsform, in der die Konzentration von freien Ladungsträgern geändert wird, sind bereits beschrieben worden. Es liegt innerhalb der Fähigkeiten eines Fachmanns, in geeigneter Weise Materialien als Funktion eines zu ändernden physikalischen Faktors auszuwählen, indem er vorhandene Referenzmaterialien und veröffentlichte Artikel benutzt. In den meisten Fällen wird einfach vorteilhafterweise Experimentieren durchgeführt, um Materialien zu bestätigen und, wie gewünscht, ein bevorzugtes Material zu identifizieren.

[0106] Da in der erläuternden Ausführungsform die Flächen **522b** und **520b** leitfähig sind, und da in einigen Ausführungsformen die Platten **522** und **520** nicht leitfähig sind, muss den Flächen **522b** und **520b**

Leitfähigkeit verliehen werden. Leitfähigkeit kann zum Beispiel durch Beschichten dieser Flächen mit einem leitfähigen Material (z.B. Aluminium) verliehen werden. Die Platten **524** und **518** umfassen ein leitfähiges Material, oder, in einigen Ausführungsformen wird Leitfähigkeit verliehen, indem eine leitfähige Schicht auf diesen Platten aufgetragen wird oder indem die Platten angemessen dotiert werden.

[0107] Der „Stapel“ von zueinander beabstandeten Platten **518**, **520**, **522** und **524**, der die Energieextraktionsvorrichtung **500** von [Fig. 6](#) umfasst, wird gebildet, indem Techniken benutzt werden, die dem Fachmann heute ziemlich geläufig sind. In einigen Ausführungsformen werden durch Benutzen derartiger herkömmlicher Techniken Hunderte, Tausende oder sogar Millionen von einzelnen Vorrichtungen **500** auf einem einzelnen Substrat gebildet, um eine geeignete Energieabgabemenge, wie für eine bestimmte Anwendung erforderlich, bereitzustellen.

[0108] In einer Ausführungsform wird der Stapel der voneinander beabstandeten Platten gebildet, indem Technologien zur Oberflächen-Feinstbearbeitung benutzt werden. Typisch für eine derartige Technologie ist die SUMMiT V-Technologie, die von Sandia National Laboratories (www.mdl.sandia.gov/micromachine/summit5.html) angeboten wird. SUMMiT V ist ein Oberflächen-Feinstbearbeitungsprozess von fünfschichtigem polykristallinem Silizium (eine Grundplatte und vier mechanische oder lösbare Schichten). Wie die meisten MEMS-(Mikroelektromechanische Systeme) Herstellungstechnologien umfasst der SUMMiT V-Prozess abwechselndes Auftragen eines Films, photolithographisches Strukturieren des Films und dann chemisches Ätzen.

[0109] Aufeinanderfolgende mechanische Schichten (d.h. die Polysiliziumschichten) sind zum Beispiel durch Siliziumoxidschichten getrennt. Am Ende des Herstellungsprozesses wird das Siliziumdioxid chemisch entfernt und gibt dadurch die polykristallinen Siliziumschichten derart „frei“, dass sie wie erwünscht bewegbar sind. Der Nennabstand und die Dicke der Schichten sind wie folgt. Die erste Schicht, bezeichnet als „Poly 0“, ist die Grundplattenschicht aus Polysilizium, die eine Nenndicke von 0,3 Mikrometern aufweist. Die nächste Schicht, „Poly 1“, weist eine Dicke von 1 Mikrometer auf. Der Nennabstand zwischen Poly 1 und Poly 0 beträgt 2 Mikrometer. Die nächste Schicht, „Poly 2“ weist eine Nenndicke von 1,5 Mikrometern auf und weist einen Nennabstand von 0,5 Mikrometern von Poly 1 auf. „Poly 3“, welche die nächste Schicht ist, weist eine Nenndicke von 2,25 Mikrometern und einen Nennabstand von 2 Mikrometern von Poly 2 auf. Schließlich weist „Poly 4“ eine Nenndicke von 2,25 Mikrometern und einen Nennabstand von 2 Mikrometern von Poly 3 auf.

[0110] Als Beispiel wird in einer Ausführungsform

der Herstellung der Energieextraktionsvorrichtung **500** von [Fig. 6](#) durch den SUMMiT V-Prozess die Poly 3-Schicht benutzt, um Platte **524** herzustellen, die Poly 2-Schicht wird benutzt für Platte **522**, die Poly 1-Schicht wird benutzt für Platte **520** und die Poly 0-Schicht wird benutzt, um die Platte **518** herzustellen. Da nur drei „mechanische“ Schichten für die Vorrichtung von [Fig. 6](#) erforderlich sind, wird die Poly 4-Schicht nicht benutzt. Um die Platten **524** und **520** festzusetzen, kann die Schichtdicke erhöht oder, alternativ, versteift werden, soweit erforderlich.

[0111] Viele andere MEMS-Gießereien stehen für die Herstellung einer gestapelten Struktur, wie die Vorrichtung **500**, zur Verfügung. Der Fachmann wird derartige Gießereien kennen und wird in der Lage sein, um in geeigneter Weise eine davon durch Vergleichen derer Fähigkeiten mit den Herstellungsanforderungen der Vorrichtung auszuwählen.

[0112] Die Strahlungsquelle **540** wird vorteilhafterweise getrennt vom Stapel der Platten **518**, **520**, **522** und **524** gemäß wohlbekannter Verfahren gebildet, je nachdem, wie es für die bestimmte physikalische Anordnung der Strahlungsquelle (z.B. Laser usw.) angemessen ist. Elektrische Bauteile (z.B. Schalter **538**, Leitungstrassen usw.) können während der Stapelbildung als Teil eines Oberflächen-Feinstbearbeitungsprozesses, oder davon getrennt, durch Standardverarbeitungsprozesse hergestellt werden. Die verschiedenen Bauteile werden dann angemessen abgepackt, um die fertige Energieextraktionsvorrichtung **500** zu bilden.

[0113] Vor dem Ausführen des Verfahrensschritts **302** wird der Schalter **538** geschlossen und eine Potenzialdifferenz V_b wird an die Platten angelegt, während sich die Platte **522** in einem Abstand S_D von der Platte befindet. Aus pädagogischen Gründen wird dieser Zustand, der dem Punkt D in [Fig. 2](#) entspricht, als ein Zustand des mechanischen Gleichgewichts für das System betrachtet.

[0114] [Fig. 6](#) stellt den Umwandler **500** beim Abschluss des Verfahrensschritts **302** (d.h. beim Abschluss der Zustandsänderung **202**) dar, der dem Punkt A in [Fig. 2](#) entspricht. In Erinnerung der vorangegangenen Beschreibung erfordert Schritt **302** das Ändern eines physikalischen Faktors Y_i . In den erläuternden Ausführungsformen wird dieser Schritt durch Ansteuern der Strahlungsquelle **540** ausgeführt. Die Strahlungsquelle **540** ist vorteilhafterweise auf den Ionisierungsgrad der Störstellen in den Platten **520** und **522** abgestimmt. Als eine Folge davon verursacht das Bestrahlen der einander zugewandten Seiten **520a** und **522a** der entsprechenden **520** und **522** eine Erhöhung der Konzentration von freien Ladungsträgern in den Platten **520** und **522** und daher eine Erhöhung der Casimir-Kraft.

[0115] Die Bestrahlung wird vorteilhafterweise derart langsam erhöht, dass eine Erhöhung der Casimir-Kraft als eine Serie von sehr kleinen Änderungen auftritt. Gemäß dem Motorzyklus **200** ist die Platte **522** im Wesentlichen feststehend, wenn die Casimir-Kraft in Schritt **302** erhöht wird. Während jedoch die Casimir-Kraft ansteigt, wird es eine Neigung der Platten **520** und **522** geben, enger zusammengezogen zu werden. Um dieser Neigung entgegenzuwirken, wird die elektrostatische Kraft zwischen Platten **524** und **522** durch kleine Erhöhungen des Potentials V_b erhöht. Deshalb gibt es einen Ladungsstrom von der Stromversorgung **534** in Richtung des Umwandlers **500**, wie durch den Fluss des Stroms in Richtung der positiven Elektrode der Stromversorgung **534** angezeigt. Beim Abschluss von Schritt **302** bleibt die Strahlungsquelle **540** an, jedoch wird nun die Bestrahlungsintensität konstant gehalten.

[0116] [Fig. 7](#) stellt Umwandler **500** beim Abschluss des Verfahrensschritts **304** (d.h. dem Ende der Zustandsänderung **204**) dar, der dem Punkt B in [Fig. 2](#) entspricht. Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, hat sich die Platte **522** näher an die Platte **520** bewegt. Diese Verminderung des Abstands zwischen den Platten **522** und Platte **520** erhöht die Casimir-Kraft. Um die Platte **522** näher an Platte **520** zu bewegen, wird die durch Stromversorgung **534** zugeführte Spannung geringfügig gesenkt. Um jedoch Platte **522** in einem quasi-statischen Gleichgewicht zu halten, strömt die Ladung weiter, während der Abstand s zwischen den Platten **522** und **520** abnimmt, bis er den Abstand s_b erreicht.

[0117] [Fig. 8](#) stellt den Umwandler **500** beim Abschluss des Verfahrensschritts **306** (d.h. dem Ende der Zustandsänderung **206**) dar, der dem Punkt C in [Fig. 2](#) entspricht. Wie noch in Erinnerung ist, wird in Schritt **306** der Abstand s zwischen den Platten **522** und **520** im Wesentlichen konstant gehalten, während die geänderte Eigenschaft vorteilhafterweise in ihren ursprünglichen Zustand zurück gegangen ist. In der dargestellten Ausführungsform wird der Schritt **306** durch das Abnehmen der Bestrahlung durch Strahlungsquelle **540** derart beeinflusst, dass die freie Trägerkonzentration, und damit die Casimir-Kraft abnimmt.

[0118] Da die Casimir-Kraft als Ergebnis von Schritt **306** abnimmt, aber der Abstand zwischen den Platten im Wesentlichen konstant gehalten wird, muss überschüssige Ladung von den Platten **524** und **522** abgeleitet werden. Die überschüssige Ladung wird abgeleitet, da, wenn sie es nicht würde, die Platte **522** in Richtung der Platte **524** gezogen werden würde (da die gegenseitige elektrostatische Anziehung zwischen den Platten **524** und **522** aufgrund der Casimir-Kraft nun größer ist als die gegenseitige Anziehung zwischen den Platten **522** und **520**). Wie in [Fig. 8](#) dargestellt, dreht sich der Stromfluss um und

Energie geht zurück zur bidirektionalen Stromversorgung **534**.

[0119] [Fig. 9](#) stellt den Umwandler **500** am Abschluss des Verfahrensschritts **308** (d.h. am Ende der Zustandsänderung **208**) dar, der dem Punkt D in dem Zyklus entspricht. In dem vorliegenden Beispiel hat der Umwandler **500**, am Punkt D, einen Zyklus abgeschlossen.

[0120] Wie in [Fig. 9](#) dargestellt, wird in Schritt **308** die Platte **522** von der Platte **520** wegbewegt und geht vorteilhafterweise in ihre ursprüngliche Position zurück. Dies wird erreicht, indem die durch die Stromversorgung **534** zugeführte Spannung geringfügig erhöht wird. Wenn der Abstand zwischen den Platten **522** und **520** erhöht wird, nimmt die Casimir-Kraft ab. Zusätzliche Ladung wird von den Platten **524** und **522** abgezogen, um das quasi-statische Gleichgewicht zu erhalten. Wie im vorangegangenen Schritt, geht die Ladung zurück zur Stromversorgung **534**.

[0121] Hinsichtlich der vorangehenden Beschreibung wird verstanden werden, dass der erläuternde Zyklus **200** im Sinne des zyklischen Umlaufens von zwei unabhängigen Steuergrößen, von denen beide die Casimir-Kraft beeinflussen, beschrieben werden kann. Daher wird in einer weiteren erläuternden Ausführungsform eines Verfahrens **600** gemäß den vorliegenden Lehren (siehe [Fig. 10](#)) eine erste Steuergröße, die die Casimir-Kraft beeinflusst, gemäß Ablauf **602** in zyklischen Umlauf gebracht, und in Ablauf **604** wird eine zweite Steuergröße, die die Casimir-Kraft beeinflusst, in zyklischen Umlauf gebracht. Ein derartiges zyklischen Umlaufen bewirkt die Zustandsänderungen (d.h. die den Motorzyklus **200** definierenden Zustandsänderungen **202**, **204**, **206** und **208**).

[0122] In den hier dargestellten erläuternden Ausführungsformen ändert die erste Steuergröße einen physikalischen Faktor, der die Casimir-Kraft beeinflusst, während die zweite Stellgröße die Bewegungen der die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen steuert.

[0123] Als ein Beispiel ist in einer Ausführungsform, in der der physikalische Faktor die Konzentration der freien Ladungsträger ist, die erste Steuergröße in drei erläuternden Ausführungsformen: (1) eine Bestrahlungsmenge; (2) eine thermische Strahlungsmenge; und (3) eine injizierte Ladungsmenge.

[0124] In den erläuternden Ausführungsformen wird Spannung als die zweite Steuergröße benutzt. Insbesondere wird Spannung benutzt, um den Abstand zwischen den Grenzen (z.B. Zustandsänderungen **204** und **208**) zu ändern, oder wird alternativ benutzt, um die Grenzen am Bewegen zu hindern, wenn die erste Steuergröße benutzt wird, um einen physikali-

schen Parameter (z.B. Zustandsänderungen **202** und **206**) zu ändern.

[0125] **Fig. 11a** stellt bildlich das zyklische Umlaufen der ersten und zweiten Steuergrößen, um die gewünschten Zustandsänderungen im Motorzyklus **200** zu bewirken, dar. Die erste Steuergröße SG1 wird zyklisch zwischen einem ersten Wert und einem zweiten Wert in Umlauf gebracht, und die zweite Steuergröße SG2 wird zyklisch zwischen einem dritten Wert und einem vierten Wert in Umlauf gebracht. Im Allgemeinen wird der Zyklus jeder Steuergröße durch eine Funktion $F_N(T)$ beschrieben:

$$\begin{aligned} \text{SG1} &= F_1(T); \text{ und} \\ \text{SG2} &= F_2(T). \end{aligned} \quad [10]$$

[0126] Von dem zyklischen Umlaufen der zwei Steuergrößen wird nicht notwendigerweise erwartet, dass es die in **Fig. 11a** dargestellte kreisrunde Form oder irgendeine der in den **Fig. 11b** bis **Fig. 11e** gezeigten Formen definiert. Derartige Aufzeichnungen sind erläuternd und werden lediglich als Andeutung einiger der vielen möglichen Arten, auf welche die erste Steuergröße SG1 und eine zweite Steuergröße SG2 zyklisch umlaufen können, um die gewünschten Zustandsänderungen zu erreichen, bereitgestellt.

[0127] In den **Fig. 11a** bis **Fig. 11e** laufen die erste und die zweite Steuergröße zyklisch mit derselben Wiederholungsrate um (d.h. mit derselben Frequenz). In anderen Ausführungsformen laufen die Steuergrößen zyklisch mit unterschiedlichen Wiederholungsraten um. Die Aufzeichnungen, die das zyklische Umlaufen der Steuergrößen in Ausführungsformen beschreiben, in denen die Wiederholungsrate unterschiedlich ist, werden relativ komplexe Funktionen sein.

[0128] In den erläuternden Ausführungsformen ist das Energieumwandlungssystem **532** physikalisch angeordnet, um Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Platten zugegriffen wird, nach der Umwandlung als elektrische Energie in der bidirektionalen Stromversorgung **534** zu speichern. In dieser Anordnung übt die Energieextraktionsvorrichtung **500** den Ablauf **310A** des Verfahrens **300** aus. In anderen Ausführungsformen (nicht gezeigt) wird dasselbe Verfahren ausgeübt, jedoch umfasst die Vorrichtung **500** getrennte Stromversorgungs- und Stromspeicher-(d.h. für die Aufnahme umgeformter Energie)Einrichtungen.

[0129] In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens **300**, wird der Ablauf **310B** ausgeübt, wobei die extrahierte Energie einem Verbraucher von elektrischer Energie zur dortigen Nutzung zugeführt wird. In einigen Ausführungsformen wird die Energie von einem Speicher derart zugeführt, dass mit kleinen Änderungen (d.h. angemessener elektrischer Verbin-

dung mit dem elektrischen Verbraucher) die physikalische Anordnung des in den **Fig. 6** bis **Fig. 9** dargestellten Energieumwandlungssystems **532** in geeigneter Weise benutzt werden kann.

[0130] In noch einer weiteren Ausführungsform des Ablaufs **310B** wird Energie einem Verbraucher zugeführt, wenn sie von den Verfahrensschritten verfügbar wird, derart, dass das Energieumformungssystem **532** durch Änderungen, die innerhalb der Fähigkeiten eines Fachmanns liegen, in geeigneter Weise abgeändert werden muss. Diese Ausführungsform wird in dem vereinfachten Schema von **Fig. 11** dargestellt, wobei die Energieextraktionsvorrichtung **500** elektrisch mit der elektrischen Vorrichtung **650** verbunden ist. Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, die in elektrische Energie umgeformt wird, wird dann benutzt, um die Vorrichtung **650** anzutreiben.

[0131] Gemäß dem Ablauf **310C** noch einer weiteren Ausführungsform des erläuternden Verfahrens **300** wird die Energie, auf die über die die Casimir-Kraft erzeugenden Grenzen zugegriffen wird, benutzt, um mechanisch eine Vorrichtung zu betätigen. In einer Ausführungsform wird dies durch betriebliches Verbinden der bewegbaren, die Casimir-Kraft erzeugenden Grenze mit der Vorrichtung erreicht, derart, dass die Vorrichtung durch Bewegung der bewegbaren Grenze betätigt wird. Eine derartige Ausführungsform wird wiederum Änderungen an dem Energieumwandlungssystem **532** erfordern, die innerhalb der Fähigkeiten eines Fachmanns liegen.

[0132] Zum Beispiel ist, wie in dem vereinfachten Schema von **Fig. 12** dargestellt, die Energieextraktionsvorrichtung **500** betrieblich mit der mikromechanischen Vorrichtung **754** durch die Verbindung **752** in Eingriff. Die mikromechanische Vorrichtung **754** arbeitet als optischer Schalter, wobei der Verschluss **758** in den und aus dem Pfad eines optischen Signals (nicht gezeigt), das den Kern **766** der Faser **760** durchläuft, bewegt wird. Der Verschluss **758** bewegt sich entsprechend der Bewegungen der Platte **522** entlang der Richtung **756**. Die Bewegungen der Platte **522** in Reaktion auf das vorliegende Verfahren werden auf den Verschluss **758** über die Verbindung **752** übertragen.

[0133] Wenn sich der Verschluss **758** im Pfad eines optischen Signals befindet (d.h. wenn der Verschluss den Kern **766** kreuzt), ist eine weitere Ausbreitung des optischen Signals unterbrochen. Wenn sich der Verschluss **758** außerhalb des Pfads des optischen Signals befindet, läuft das Signal ungehindert durch.

[0134] In den oben beschriebenen erläuternden Ausführungsformen wird Strahlung benutzt, um eine Eigenschaft von mindestens einer von zwei zusammenwirkenden Flächen zu ändern (obwohl es andere

Möglichkeiten gibt, eine solche Änderung zu bewirken, wie zum Beispiel Ladungsinjektion). In weiteren Ausführungsformen kann Strahlung benutzt werden, um eine Eigenschaft eines Teilchens, das mit einer Fläche zusammenwirkt, zu ändern. Tatsächlich kann die Letztere als die Grenze des Ersteren betrachtet werden, wenn die zweite Fläche eine äußerst verdünnte Schicht von neutralen Atomen ist. Demzufolge können Oberflächen-Flächenkräfte einfach als groß angelegte Erscheinungsform der Atom-Flächenkraft erklärt werden.

[0135] Weitere erläuternde Ausführungsformen stellen Verfahren und Vorrichtungen bereit, durch welche ein Teilchen, hauptsächlich basierend auf Wechselwirkungen zwischen Teilchen und Oberflächen, beschleunigt oder verzögert wird (obwohl die nachfolgenden Ausführungsformen nicht auf derartige Wechselwirkungen zwischen Teilchen und Oberflächen eingeschränkt sind). Teilchen, die sich von einer Oberfläche wegbewegen, werden veranlasst, sich mit einer entweder höheren oder niedrigeren Geschwindigkeit als derjenigen zu bewegen, mit der sie sich an die Oberfläche angenähert haben. Teilchengeschwindigkeit wird geändert, indem die Teilchen veranlasst werden, einen atomaren Übergang während ihres wechselseitigen Zusammenwirkens mit der Oberfläche zu durchlaufen.

[0136] In der nachfolgenden Beschreibung wird auf Begriffe wie die Van der Waals-Kraft, die Casimir-Polder-Kraft, dem Bohrschen Radius, der Quantenzahl und dergleichen Bezug genommen. Derartige Ausdrücke werden aufgrund ihrer wohldefinierten Bedeutungen, sowie der Vertrautheit des Fachmanns mit derartigen Begriffen, ohne Definition oder Beschreibung benutzt werden.

[0137] Gemäß einiger Ausführungsformen der vorliegenden Lehren wird, um ein Teilchen zu beschleunigen, wie etwa ein Atom, das sich in seinem Grundzustand befindet, das Teilchen auf seinem Weg zu einer engen Annäherung an eine Oberfläche „erregt“ (d.h. es geht in eine höhere Energieebene über). In einer Ausführungsform wird diese Erregung durch Benutzen eines Lasers erreicht. Wenn das Teilchen an oder nahe an seinem engsten Abstand zu der Oberfläche ist, wird es dann vorteilhafterweise veranlasst, in seinen Grundzustand zurückzukehren.

[0138] Während der Annäherung an die Oberfläche in dem erregten Zustand ist die Van der Waals-Kraft zwischen dem Teilchen und der Oberfläche ziemlich groß. Nach der Rückkehr in den Grundzustand ist die Van der Waals-Kraft zwischen dem Teilchen und der Oberfläche beträchtlich reduziert. Diese reduzierte Anziehung führt zu einem bedeutenden Anstieg der Teilchengeschwindigkeit.

[0139] Um ein Teilchen zu verzögern, wie etwa ein

Atom in seinem Grundzustand, wird das Teilchen erregt, jedoch tritt diese Erregung unmittelbar nach der engsten Annäherung an die Oberfläche auf. Daher erfährt das abgehende Teilchen, nun in einem erregten Zustand, eine viel höhere Van der Waals-Kraft mit der Oberfläche als beim Zugehen in Richtung der Oberfläche im Grundzustand. Diese erhöhte Anziehung vermindert die Teilchengeschwindigkeit beträchtlich.

[0140] Der vorliegenden Erfindung zugrunde liegend ist die Entdeckung, dass durch Veranlassen eines Teilchens, einen atomaren Übergang während seines wechselseitigen Zusammenwirkens mit der Oberfläche zu durchlaufen, seine abgehende Geschwindigkeit (d.h. Geschwindigkeit, wenn es sich von einer Oberfläche wegbewegt) relativ zu seiner eingehenden Geschwindigkeit geändert werden kann. Das Verfahren stimmt mit dem Prinzip der Energieerhaltung überein.

[0141] Die hier beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen sind eine Verbesserung eines Experiments, das als das „Raskin-Kusch-Experiment“ bekannt ist, welches in den letzten vierzig Jahren benutzt wurde, um die Van der Waals-Kräfte zu untersuchen. Insbesondere wird, um die Wechselwirkungen zwischen Atom und Oberfläche zu messen, ein atomarer Strahl in die Nähe einer leitenden zylindrischen Oberfläche gelenkt und die Ablenkung der Atome von der Oberfläche aufgrund der Van der Waals-Kräfte wird gemessen.

[0142] Das Raskin-Kusch-Experiment verursacht nicht, dass Teilchen, wie etwa Atome, während ihres wechselseitigen Zusammenwirkens mit der Oberfläche einen atomaren Übergang durchlaufen. Da die Teilchen in dem Raskin-Kusch-Experiment keinen atomaren Übergang während ihres wechselseitigen Zusammenwirkens mit der Oberfläche durchlaufen, gehen sie aus dem wechselseitigen Zusammenwirken mit der Oberfläche mit einer geänderten Richtung hervor, jedoch ohne Änderung der Geschwindigkeit. Die konstante Geschwindigkeit gründet sich auf der Tatsache, dass sich die Van der Waals-Kraft als eine erhaltende Kraft verhält. Als solches ist, wenn ein bestimmtes Atom einen großen Abstand von der Fläche aufweist, seine Geschwindigkeit dieselbe die sie auf der hereinkommenden Strecke der Bahnkurve war.

[0143] In den meisten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird das Teilchen, das beschleunigt wird, ziemlich klein sein. Beispiele von in verschiedenen Ausführungsformen benutzten kleinen Teilchen umfassen, ohne Einschränkung, neutrale Atome, neutrale Moleküle und neutrale Elementarteilchen. Die vorliegende Erfindung trifft jedoch ungeachtet der Größe zu. Zum Beispiel werden in einigen Ausführungsformen neutrale Staubkörnerchen in Mi-

makrogröße beschleunigt/verzögert. Und, in einem viel größeren, makroskopischen Maßstab wird eine neutrale Kugel mit einem Durchmesser von einem Fuß gemäß der vorliegenden Lehren der Erfindung beschleunigt/verzögert. Es wird allerdings verstanden werden, dass der Umfang der Beschleunigung/Verzögerung, der an derartige Objekte in Makrogröße weitergegeben wird, ziemlich klein im Vergleich zu dem sein wird, der an Teilchen in atomarer Größe weitergegeben wird. Im Allgemeinen umfasst der Begriff „Teilchen“ alle derartigen Objekte in sub-atomarer, atomarer, Mikro- und Makro-Größe.

[0144] Die Van der Waals- und Casimir-Polder-Kräfte hängen von dem Quantenzustand des Teilchens, zum Beispiel eines Atoms, in nächster Nähe zu der Oberfläche von Interesse ab. Insbesondere sind Van der Waals- und Casimir-Polder-Kräfte proportional zu der zweiten Potenz des Bohrschen Radius des Atoms. Und, der Bohrsche Radius ist seinerseits proportional zu der zweiten Potenz der Hauptquantenzahl n , welche teilweise den Zustand des Atoms beschreibt. Deshalb sind die Van der Waals- und Casimir-Polder-Kräfte proportional zu der vierten Potenz der Hauptquantenzahl:

$$\text{Kraft} \propto n^4 \quad [1]$$

[0145] Diese Abhängigkeit von der vierten Potenz von n ist eine wichtige Auswirkung im Zusammenhang der vorliegenden Erfindung. Es soll zum Beispiel ein „kaltes“ Teilchen, wie etwa ein kaltes Atom, betrachtet werden. Wenn es kalt ist, ist das Teilchen normalerweise in seinem Grundzustand, der, für ein Atom, einer Hauptquantenzahl $n = 1$ entspricht. Es soll ein Atom in einem erregten Zustand, das zum Beispiel eine Hauptquantenzahl $n = 10$ aufweist, betrachtet werden. In einem solchen Falle ist die Van der Waals-Kraft, die das erregte Teilchen zu der Oberfläche anzieht, gemäß dem Ausdruck [1] 10^4 - oder 10.000-mal größer als wenn das Teilchen in seinem Grundzustand ist.

[0146] Wie hier verwendet, betrifft der Begriff „erregen“ oder „erregt“ ein Teilchen, das aufgrund der Einleitung von Energie auf einem höheren Energieniveau ist als in seinem Grundzustand. Im besonderen Falle eines Atoms wird ein erregtes Atom eine Hauptquantenzahl aufweisen, die größer als 1 ist.

[0147] [Fig. 14](#) stellt eine Ausführungsform eines Teilchenbeschleunigers **800** gemäß der erläuternden Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Der Teilchenbeschleuniger **800** umfasst Teilchenquelle **802**, Kollimator **806**, Teilchenerregter **814**, Fläche **816** und optional Teilchenentregter **820**, die wie gezeigt zusammenwirken.

[0148] Teilchenquelle **802** enthält Teilchen, die durch den Beschleuniger **800** beschleunigt werden.

Die Teilchenquelle **802** kann als eine von verschiedenen wohlbekannten Vorrichtungen/Systemen ausgeführt werden, wie etwa, ohne Einschränkung, als Ofen, der ein heißes Gas enthält oder als eine Vorrichtung zum Einfangen und Kühlen von Atomen. In der erläuternden Ausführungsform umfasst die Teilchenquelle **802** die Öffnung **804**, die zulässt, dass mindestens einige der Teilchen in der Teilchenquelle **802** entweichen. In einigen Ausführungsformen ist die Öffnung **804** eine Bohrung mit einem Durchmesser von ungefähr 1 Millimeter.

[0149] Die entwichenen Teilchen **801** treffen auf den Kollimator **806**. Der Kollimator **806** stellt einen höchst ausgerichtet Strahl von Teilchen **803** bereit, dessen Richtung gegen die Fläche **816** gerichtet ist. Der Kollimator **806** ist in der dargestellten Ausführungsform als zwei Platten **808** und **810** ausgeführt, die derart von einander beabstandet sind, dass zwischen ihnen ein Schlitz **812** definiert ist. Andere Anordnungen, die einen Schlitz oder andere Öffnungen bereitstellen, die betriebsbereit sind, um die entwichenen Teilchen **801** zu kollimieren, können auf geeignete Weise anstatt der Platten **808** und **810** benutzt werden.

[0150] In der erläuternden Ausführungsform werden mindestens einige der kollimierten Teilchen durch den Teilchenerregter **814** erregt. Nach dem Verlassen der Teilchenquelle **802** und dem Durchlaufen des Kollimators **806** befinden sich die Teilchen **801/803** in ihrem Grundzustand $|A\rangle$. Teilchenerregter **814** erregt mindestens einige der Teilchen **803** auf einen höheren Energiezustand $|B\rangle$. In einigen Ausführungsformen ist der Teilchenerregter **814** eine Quelle elektromagnetischer Strahlung. Und in einer bestimmten Ausführungsform ist der Teilchenerregter **814** ein abstimmbarer Laser, der vorteilhafterweise auf die Übergangsenergie der Teilchen **803** abgestimmt ist.

[0151] Erregte Teilchen **805** (und unerregte Teilchen) nähern sich der Oberfläche **816**. Die Oberfläche ist vorteilhafterweise ein Material, das auf ein hohes Maß an Glätte poliert werden kann, wie zum Beispiel Gold. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst die Oberfläche **816** ein Dielektrikum, einen Halbleiter und einen Leiter.

[0152] In den erläuternden Ausführungsformen weist die Oberfläche **816** eine zylindrische Form auf, jedoch in anderen Ausführungsformen werden in geeigneter Weise Oberflächen benutzt, die beliebige Formen und unregelmäßige Formen aufweisen. Ungeachtet ihrer besonderen Geometrie erlaubt die Oberfläche **816** einem Teilchen vorteilhafterweise einen „Mindestabstand“ oder eine „engste“ Annäherung (an die Fläche) herzustellen und erlaubt dann den Teilchen zu entweichen. Zum Beispiel erleichtert eine kugelförmige Oberfläche oder zylindrische Oberfläche eine derartige Annäherung auf einen Mindestabstand oder eine engste Annäherung, da es

eine Stelle auf der Oberfläche geben wird, die vom Blickwinkel der Bahnkurve des Teilchens weiter hervorsteht als andere. Dieser Punkt ist die Stelle des Mindestabstands oder der engsten Annäherung. Da eine flache Oberfläche (z.B. eine Platte) nicht einfach eine Annäherung auf Mindestabstand und ein Entweichen erlaubt, sollte sie nicht benutzt werden.

[0153] Wieder mit Berufung auf Ausdruck **[1]** werden erregte Teilchen **805** eine wesentlich größere Van der Waals-Anziehung erfahren als unerregte Teilchen. An oder nahe an der engsten Annäherung **818** zerfallen die erregten Teilchen **805** mit der Absonderung des Photons γ zurück in ihren Grundzustand. Zerfall in den Grundzustand wird durch einen spontanen Zerfall oder durch einen stimulierten Zerfall, indem optional der Teilchenentregger **820** benutzt wird, verursacht. Die Zeit für einen spontanen Zerfall kann von einem Fachmann derart vorherbestimmt werden, dass er sich darauf verlassen kann, dass der spontane Zerfall den erforderlichen Übergang an oder nahe der engsten Annäherung verursacht.

[0154] In einigen Ausführungsformen stimuliert der Teilchenentregger den Zerfall durch Injizieren von zusätzlicher Energie in die erregten Teilchen **805**. In einigen Ausführungsformen ist der Teilchenentregger **820** ein abstimmbarer Laser.

[0155] Nach dem Zerfall in den Grundzustand ist die Van der Waals-Anziehung zwischen ausgehenden, zerfallenen Teilchen **807** und der Fläche **816** viel geringer als die Van der Waals-Anziehung zwischen zugehenden, erregten Teilchen **805** und Fläche **816**. Als Folge davon werden sich die Teilchen **807** viel schneller nach dem wechselseitigen Zusammenwirken mit Oberfläche **816** fortbewegen als dies der Fall war, als sie zuerst die Teilchenquelle **802** verließen. Die Bahnkurve der Teilchen **807** kann berechnet werden, indem klassische Mechanik (d.h. Streuungstheorie) benutzt wird.

[0156] Im Zusammenhang der vorliegenden Erfindung muss der Zerfall „nahe der engsten Annäherung“ zu der Oberfläche auftreten, da die Van der Waals-Kräfte schnell mit dem Abstand abfallen:

$$\text{Kraft} = -K/R^4 \quad [2]$$

wobei:

K ist eine Konstante; und
R ist der Abstand zwischen dem Teilchen und der Oberfläche

[0157] Wie in dieser Beschreibung verwendet, bedeutet der Ausdruck „nahe der engsten Annäherung“ oder „nahe Mindestabstand“, „nahe Mindestannäherung“ oder „während des wechselseitigen Zusammenwirkens“, wenn in Verbindung mit einem Über-

gang zu oder von dem Grundzustand verwendet, dass sich das Teilchen innerhalb weniger Mikrometer (z.B. weniger als 5 Mikrometer) und vorteilhafterweise innerhalb von wenigen Hundert Ångström von der engsten Annäherung befindet.

[0158] Es sei vermerkt, dass die Effizienz der Vorrichtung **800** an ihrem Maximum ist, wenn der Übergang an der engsten Annäherung auftritt. Soweit der Übergang „nahe“ der engsten Annäherung auftritt, geht etwas an Effizienz verloren. Dies gilt ganz gleich ob der Übergang nahe, aber vor der engsten Annäherung oder nahe, aber nach der engsten Annäherung auftritt.

[0159] Dieses Ergebnis – dieser Anstieg der Geschwindigkeit – ist kein Widerspruch mit dem Prinzip der Energieerhaltung. Insbesondere ist die Energie der elektromagnetischen Strahlung, die durch Teilchen **805** emittiert wird, wenn es zerfällt, tatsächlich geringer als die, die es ursprünglich aufnahm. Und die Differenz zwischen der emittierten Energie und der aufgenommenen Energie entspricht genau dem Anstieg an kinetischer Energie des Teilchens nach dessen engster Annäherung an die Oberfläche **816**.

[0160] Mit geringen Änderungen, welche nachstehend in Verbindung mit [Fig. 15](#) beschrieben werden, werden Vorrichtung und Verfahren, die oben beschrieben wurden, benutzt, um ein Teilchen zu verzögern. [Fig. 15](#) stellt einen Teilchenverzögerer gemäß den vorliegenden Lehren dar.

[0161] Wie Teilchenbeschleuniger **800** umfasst Teilchenbeschleuniger **900** die Teilchenquelle **802**, Kollimator **806**, Teilchenerregger **814** und Oberfläche **816**, die wie gezeigt zusammenwirken. In Verzögerer **900** allerdings erregt der Teilchenerregger **814** die Teilchen eher der engsten Annäherung nachfolgend, jedoch nahe, als vor der engsten Annäherung, wie im Teilchenbeschleuniger **800**.

[0162] Wie in Teilchenbeschleuniger **800** treten Teilchen **801** im Grundzustand aus der Teilchenquelle **802** durch die Öffnung **804** aus und werden durch Kollimator **806** kollimiert. Kollimierte Teilchen **803** im Grundzustand nähern sich Oberfläche **816** an. Nach, jedoch nahe der engsten Annäherung **818** an Oberfläche **816**, werden mindestens einige der Teilchen **803** durch den Teilchenerregger **814** erregt. In einigen Ausführungsformen ist der Teilchenerregger **814** eine Quelle von elektromagnetischer Strahlung, wie etwa, ohne Einschränkung, ein abstimmbarer Laser, der vorteilhafterweise auf die Übergangsenergie der Teilchen **803** abgestimmt ist.

[0163] Die Van der Waals-Kraft zwischen erregten Teilchen **805** und Oberfläche **816** ist größer als die Van der Waals-Kraft zwischen zugehenden Teilchen **803** im Grundzustand und der Oberfläche **816**. Als

eine Folge davon bewegen sich abgehende erregte Teilchen **805** im Wesentlichen langsamer als zugehende Teilchen **803**.

[0164] Erregte Teilchen **805** zerfallen irgendwann mit der Absonderung von Photon γ zurück in ihren Grundzustand (Teilchen **807**). Da der Zerfall weit weg von der engsten Annäherung auftritt, hat der Zerfall einen De-minimis-Effekt auf die Teilchengeschwindigkeit.

[0165] [Fig. 16](#) stellt ein erläuterndes Verfahren **1000** zum Beschleunigen von Teilchen, entweder positiv (d.h. zunehmende Geschwindigkeit) oder negativ (d.h. abnehmende Geschwindigkeit), gemäß den vorliegenden Lehren bereit. Gemäß Ablauf **1002** werden die Teilchen in Richtung einer Fläche gelenkt, wie etwa Fläche **816** (siehe [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#)). In Ablauf **1004**, werden mindestens einige der Teilchen auf ein höheres Energieniveau erregt.

[0166] Um als ein Teilchenbeschleuniger zu funktionieren, wird der Ablauf **1004** (d.h. Erregen der Teilchen) vor der engsten Annäherung an die Fläche ausgeführt. Um eine Verzögerung zu verursachen, wird der Ablauf **1004** nach, jedoch nahe der engsten Annäherung an die Fläche ausgeführt.

[0167] In einigen Ausführungsformen umfasst das Verfahren **1000** den Ablauf **1006**, wobei erregte Teilchen entregt werden, wie etwa durch Injizieren von mehr Energie in die Teilchen.

[0168] [Fig. 17](#) stellt eine alternative Ausführungsform eines Verfahrens **1100** zum Beschleunigen von Teilchen, entweder positiv (d.h. zunehmende Geschwindigkeit) oder negativ (d.h. abnehmende Geschwindigkeit), gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Gemäß Ablauf **1102** werden Teilchen in Richtung einer Oberfläche, wie etwa Oberfläche **816** (siehe [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#)) gelenkt. In Ablauf **1104** werden mindestens einige der Teilchen zu atomaren Übergängen während ihrem wechselseitigen Zusammenwirken (d.h. nahe der engsten Annäherung) mit der Oberfläche veranlasst.

[0169] Während des Beschleunigens von Teilchen umfasst Ablauf **1104** in einigen Ausführungsformen das Erregen der Teilchen und dann das Entregen der Teilchen, wie etwa durch das Zugeben von Energie. Der Schritt des Entregens findet nahe der engsten Annäherung statt. Während des Verzögerens der Teilchen umfasst Ablauf **1104** das Erregen der Teilchen nach, jedoch nahe der engsten Annäherung.

[0170] Weitere Ausführungsformen eines Verfahrens **1200** zur Teilchenbeschleunigung werden nachfolgend in Verbindung mit [Fig. 18](#) beschrieben.

[0171] Gemäß Ablauf **1202** des Verfahrens **1200**

werden die Teilchen zur engsten Annäherung an eine Oberfläche gelenkt. In Ablauf **1204**, wenn das Teilchen nahe der engsten Annäherung an der Oberfläche ist, wird ein physikalischer Faktor der Oberfläche, der eine Casimir-Kraft zwischen dem Teilchen und der Fläche beeinflusst, geändert. Physikalische Faktoren, die eine Casimir-Kraft beeinflussen, wurden vorangehend in dieser Patentschrift erwähnt und umfassen, ohne Einschränkung, die Konzentration von freien Ladungsträgern in der Oberfläche und die dielektrischen Eigenschaften des die Oberfläche umfassenden Materials.

[0172] Die die Oberfläche umfassenden Materialien werden in geeigneter Weise als eine Funktion des geänderten physikalischen Faktors ausgewählt. Zum Beispiel ist in einer Ausführungsform, in der ein geänderter physikalischer Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist, das Material vorteilhafterweise ein Halbleiter oder Verbundhalbleiter. Erläuternde Halbleiter (für Ausführungsformen, in denen der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist) umfassen, ohne Einschränkung, Silizium (Si), Germanium (Ge) und Verbundhalbleiter, wie etwa, ohne Einschränkung, Galliumarsenid (GaAs), Indium-Galliumarsenid (InGaAs) und Indiumantimonid (InSb).

[0173] Außerdem umfasst in einigen Ausführungsformen die Oberfläche dotierte Halbleiter und dotierte Verbundhalbleiter, die, ohne Einschränkung, phosphor-dotiertes Silizium und Indiumantimonid, das natürlich auftretende Störstellen aufweist, umfassen. In einigen Ausführungsformen werden Dotiersubstanzen basierend auf ihrer relativen Leichtigkeit der Ionisierung ausgewählt.

[0174] In Ausführungsformen, in denen der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist, wird die Änderung auf verschiedene Arten ausgeführt, die, ohne Einschränkung, das Bestrahlen der Oberfläche mit einem Laser, Erwärmen der Oberfläche und Injizieren von Ladung in die Oberfläche umfassen.

[0175] Ein Beispiel des Ablaufs des Verfahrens **1200** wird nun in einer Ausführungsform beschrieben, in der der geänderte physikalische Faktor die Konzentration von freien Ladungsträgern ist, und die Art und Weise, auf die die Konzentration geändert wird, geschieht durch Bestrahlen der Fläche mit einem Laser.

[0176] In einer Ausführungsform des Verfahrens **1200**, in der Teilchen beschleunigt werden, wird die Oberfläche durch einen Laser bestrahlt, bevor sich die Teilchen nahe der engsten Annäherung befinden. Wenn das Teilchen sich nahe der engsten Annäherung befindet, ist es einer relativ höheren Anziehungskraft aufgrund einer Casimirkraft ausgesetzt,

als wenn die Oberfläche nicht bestrahlt worden wäre. Dies kommt, in dieser Ausführungsform, von dem Anstieg der Konzentration von freien Ladungsträgern. An der engsten Annäherung, oder danach, jedoch noch nahe der engsten Annäherung, wird die Bestrahlung vermindert oder beendet. Dies vermindert die Casimir-Kraft derart, dass Teilchen in einer erhöhten Geschwindigkeit abgehen.

[0177] Um Teilchen zu verzögern wird die Zeiteinteilung der Bestrahlung von dem Beschleunigungsfall einfach umgekehrt. Das heißt, der Laser wird an der engsten Annäherung, oder danach, jedoch nahe der engsten Annäherung, eingeschaltet. Die Casimir-Kraft wird deshalb zwischen dem Teilchen und der Oberfläche größer sein, wenn es von der engsten Annäherung abgehend ist, derart, dass das Teilchen verzögert wird.

[0178] Es wird verstanden werden, dass aufgrund der mit Verfahren **1200** verbundenen Zeitprobleme die Teilchen zu der Oberfläche in gepulster Art und Weise zugeführt werden müssen. Mit anderen Worten, das erläuternde Verfahren **1200** kann nicht ausgeführt werden, indem ein durchgängiger Strom von Teilchen benutzt wird.

[0179] In weiteren Ausführungsformen können die Verfahren **1000** und **1200** zusammen benutzt werden. Mit anderen Worten, es kann zum Beispiel, zusätzlich zum Bestrahlen eines Teilchens mit einem Laser, um einen Übergang zu verursachen, die Oberfläche bestrahlt werden, usw., um die Casimir-Kraft zu benutzen, um ebenfalls das Teilchen zu beschleunigen oder zu verzögern.

[0180] Die vorliegenden Verfahren und Vorrichtungen finden Verwendung in einer Vielzahl von Anwendungen, die zum Beispiel, Vorrichtungen zum Erwärmen und Kühlen von Teilchen, Mikro-Antriebssysteme, Sensoren und Umwandlungsvorrichtungen umfassen.

Patentansprüche

1. Verfahren, umfassend:

Ändern (**202, 302**), von einem ersten Wert auf einen zweiten Wert, eines physikalischen Faktors, der eine Casimir-Kraft beeinflusst zwischen einer die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und einer die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2), Ändern (**204, 304**) eines Abstands (S) zwischen der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2) von einem ersten Abstand (S_A) auf einen zweiten Abstand (S_B),

Ändern (**206, 306**) des physikalischen Faktors von dem zweiten Wert auf einen dritten Wert und Ändern (**208, 308**) des Abstands (S) von dem zweiten Abstand (S_B) auf einen dritten Abstand.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der dritte Wert gleich dem ersten Wert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die dritte Entfernung gleich der ersten Entfernung ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Änderns (**202, 302, 206, 306**) das Ändern einer Konzentration von freien Trägern in der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und/oder der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2) umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei: der Schritt des Änderns (**202, 302**), von einem ersten Wert auf einen zweiten Wert, das Bestrahlen dieser zumindest einen die Casimir-Kraft erzeugenden Grenze (P_1, P_2) umfasst, der Schritt des Änderns (**206, 306**) von dem zweiten Wert auf einen dritten Wert das Reduzieren der Bestrahlung umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei: der Schritt des Änderns (**204, 304**) eines Abstands (S) das Verkleinern des Abstands zwischen der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2) umfasst und der Schritt des Änderns (**208, 308**) des Abstands (S) das Vergrößern des Abstands zwischen der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2) umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Schritt des Änderns (**202, 302, 206, 306**) das Ändern einer Temperatur umfasst von zumindest einer der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2).

8. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Speichern von Energie (**310A**), auf die über die die Casimir-Kraft erzeugende erste Grenze (P_1) und die die Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (P_2) zugegriffen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest eine die den Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (P_1) und der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (P_2) beweglich ist und die Schritte des Änderns ferner das Bewegen eines Bauteils (**758**) einer mikromechanischen Vorrichtung (**754**) umfassen, welches operativ verbunden (**752**) ist mit der zumindest einen beweglichen, die Casimir-Kraft erzeugenden Grenze (**522**).

10. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Übertragen (**310B**) von Energie an eine elektrische Vorrichtung (**700**), auf die über die die Ca-

simir-Kraft erzeugende erste Grenze (P_1) und die die Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (P_2) zugegriffen wird.

11. Vorrichtung, umfassend:

eine eine Casimir-Kraft erzeugende erste Grenze (520) und eine eine Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (522), die voneinander beabstandet sind, wobei der Abstand veränderlich ist,
ein Energieumwandlungssystem (532), das auf die die Casimir-Kraft erzeugende ersten Grenze (520) und/oder die die Casimir-Kraft erzeugende zweiten Grenze (522) einwirkt, wobei das Energieumwandlungssystem umfasst:
eine erstes Vorrichtung (540), die betreibbar ist um einen physikalischen Faktor der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (520) und/oder der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (522) zu ändern, und
eine zweite Vorrichtung (534), die betreibbar ist, um den Abstand zu ändern oder den Abstand vor einer Änderung zu bewahren, während die erste Vorrichtung (540) den physikalischen Faktor ändert.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die erste Vorrichtung (540) eine Beleuchtungsquelle umfasst, die betreibbar ist, um die die Casimir-Kraft erzeugende erste Grenze (520) und/oder die die Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (522) zu bestrahlen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die erste Vorrichtung (540) eine Quelle thermischer Strahlung umfasst, die betreibbar ist, um die die Casimir-Kraft erzeugende erste Grenze (520) und/oder die die Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (522) zu beleuchten.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die erste Vorrichtung eine Quelle elektromagnetischer Strahlung umfasst.

15. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei eine zweite Seite (520b) der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (520) leitfähig ist, eine zweite Seite (522b) der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (522) leitfähig ist und die zweite Vorrichtung (534) eine Stromversorgung ist, die elektrisch verbunden ist mit:
der zweiten Seite (520b) der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (520) und
der zweiten Seite (522b) der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (522).

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, ferner umfassend:
eine erste leitfähige Platte (518), angeordnet beabstandet und nahe der zweiten Seite (520b) der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (520) und
eine zweite leitfähige Platte (524), angeordnet beab-

standet und nahe der zweiten Seite (522b) der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (522).

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Stromversorgung (534) elektrisch verbunden ist mit der ersten leitfähigen Platte (518) und der zweiten leitfähigen Platte (524).

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei:
die zweite Seite (520b) der die Casimir-Kraft erzeugenden ersten Grenze (520) und die zweite Seite (522b) der die Casimir-Kraft erzeugenden zweiten Grenze (522) beide eine erste Spannung aufweisen, und
die erste leitfähige Platte (518) und die zweite leitfähige Platte (524) beide eine zweite Spannung aufweisen.

19. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die die Casimir-Kraft erzeugende ersten Grenze (520) und/oder die die Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (522) ein Material umfasst, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Halbleitern und Verbund-Halbleitern.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei das Material dotiert ist mit einer Störstelle, um, im Verhältnis zu dem Material ohne Störstelle, bei Bestrahlung eine Konzentration von freien Trägern zu erhöhen.

21. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die die Casimir-Kraft erzeugende erste Grenze (520) und/oder die die Casimir-Kraft erzeugende zweite Grenze (522) betrieblich verbunden ist mit einer mikromechanischen Vorrichtung (754).

22. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Vorrichtung elektrisch mit einem Stromverbraucher (700) verbunden ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

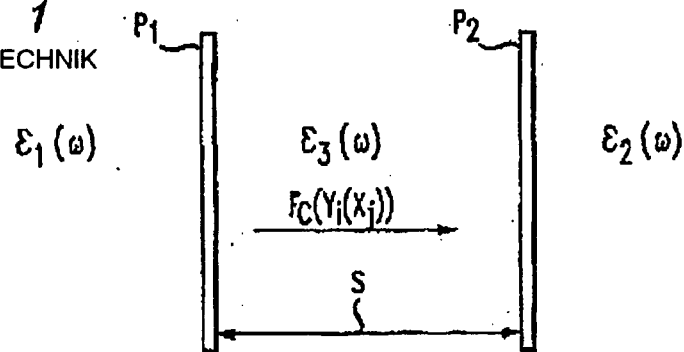
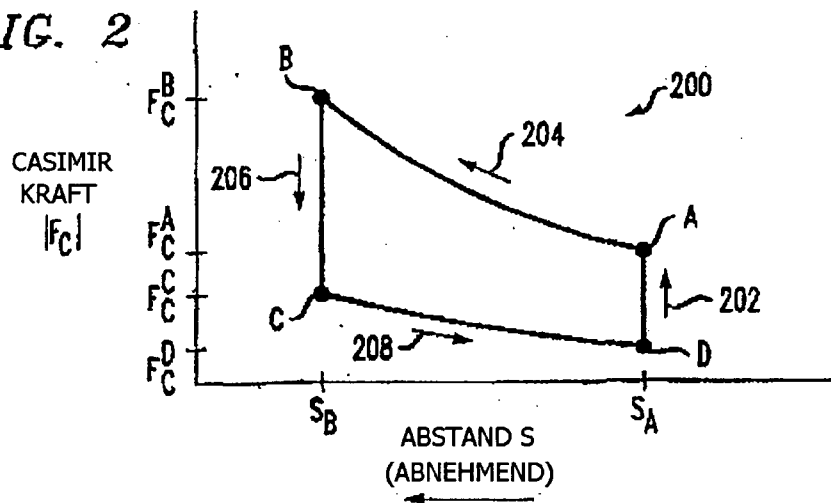
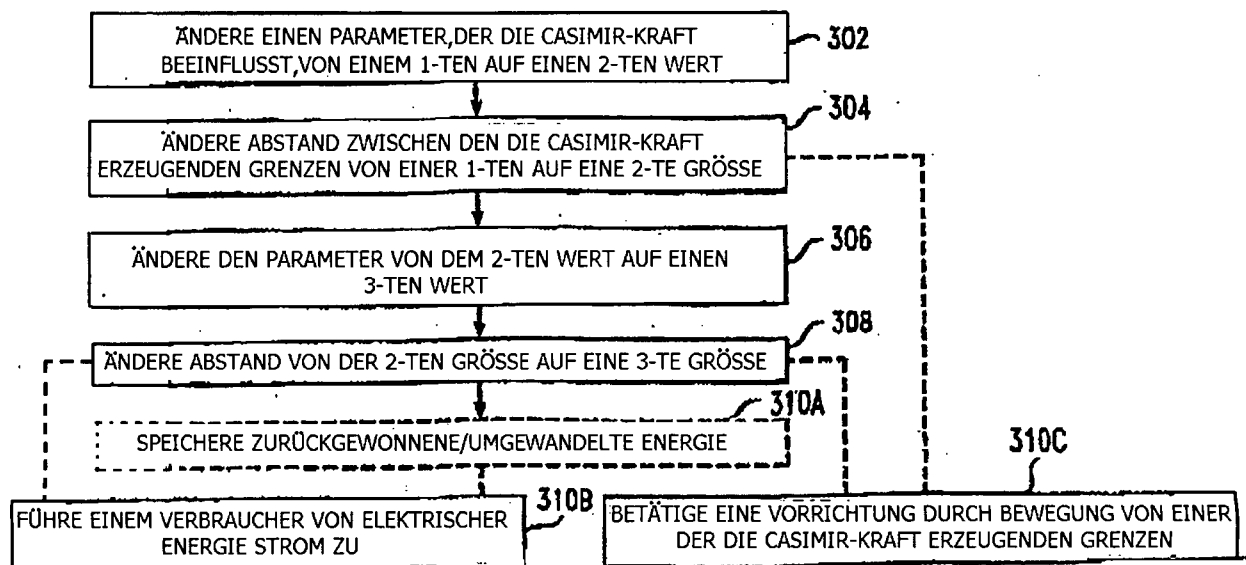
FIG. 1
STAND DER TECHNIK**FIG. 2****FIG. 3**

FIG. 4

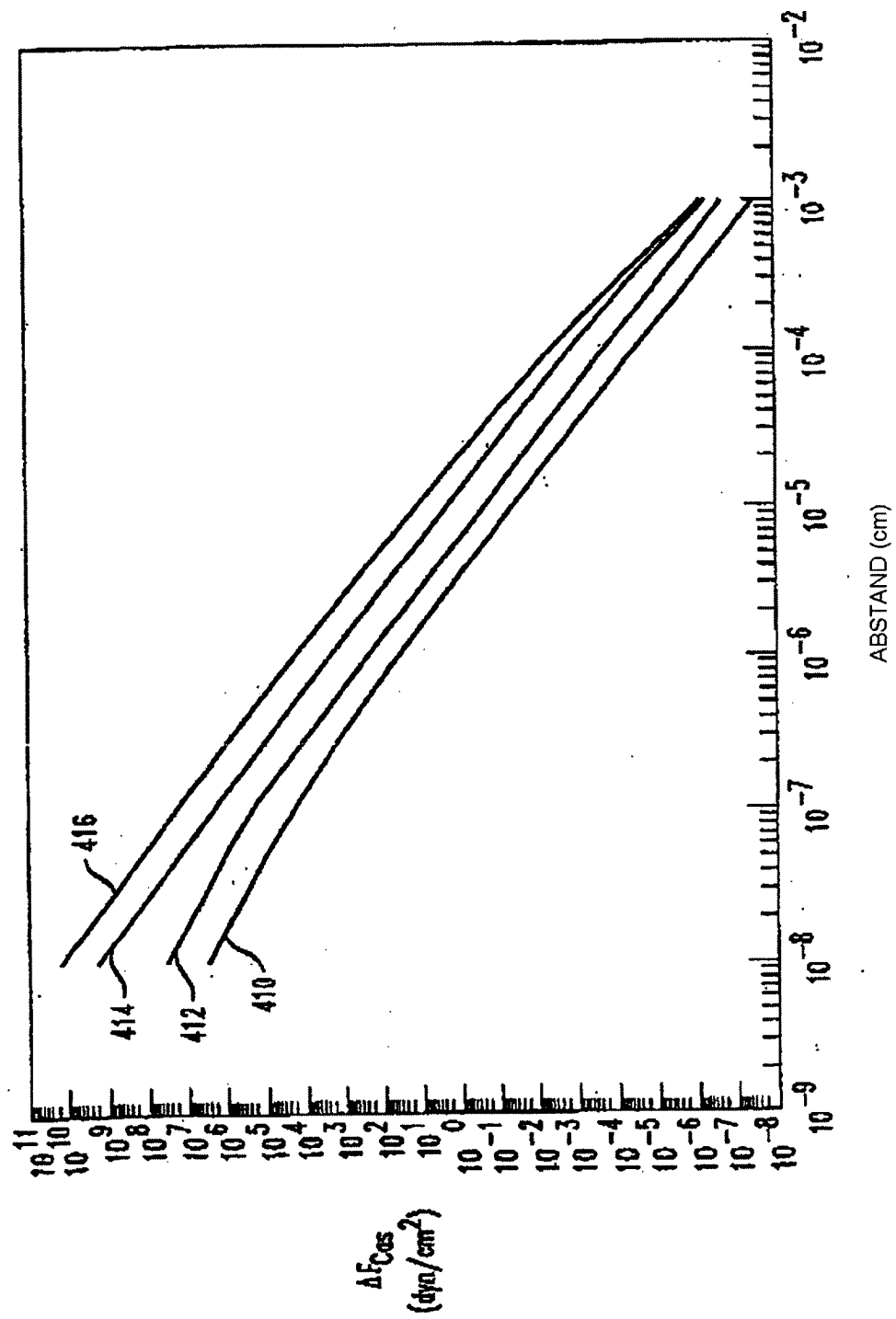


FIG. 5

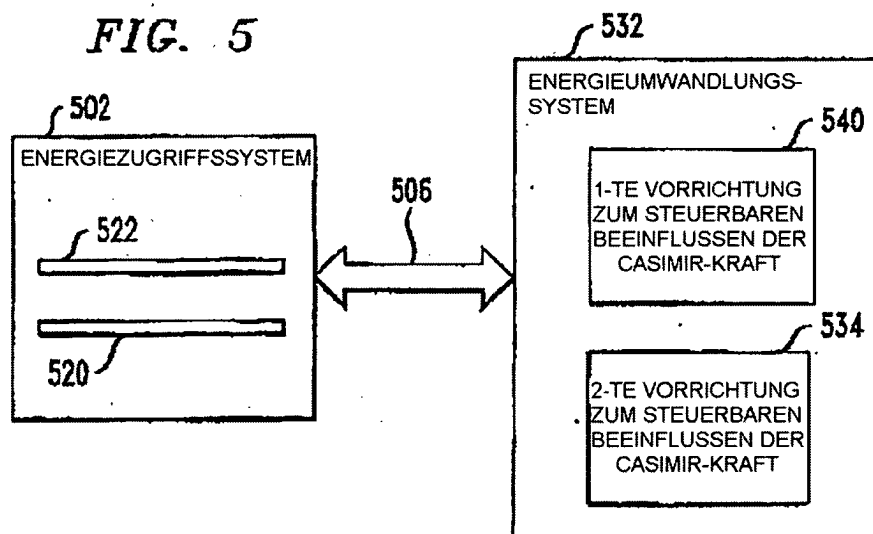


FIG. 6

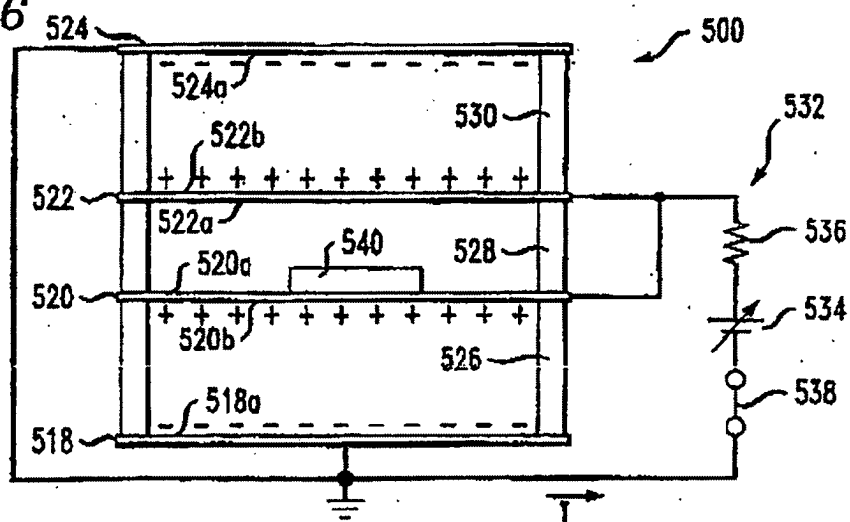


FIG. 7

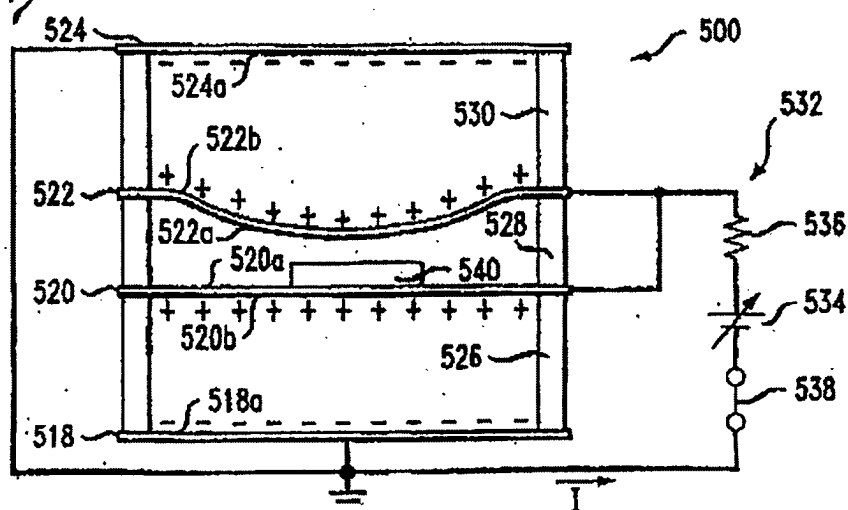


FIG. 8

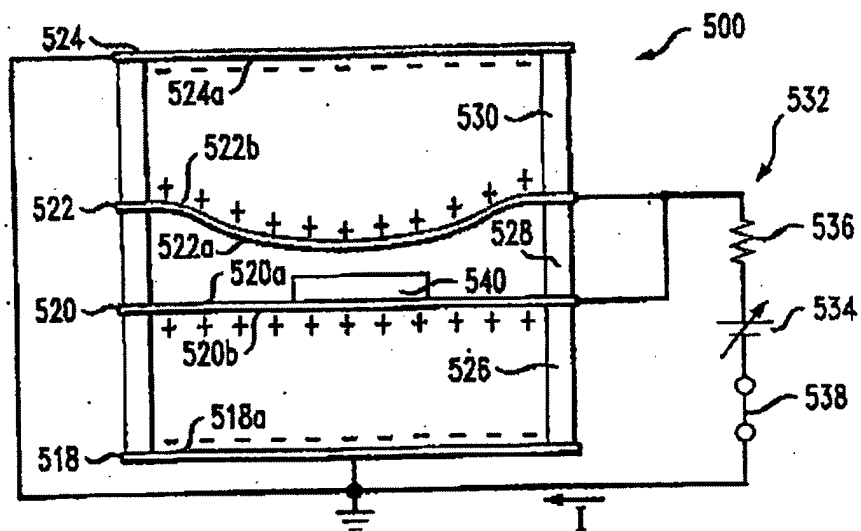


FIG. 9

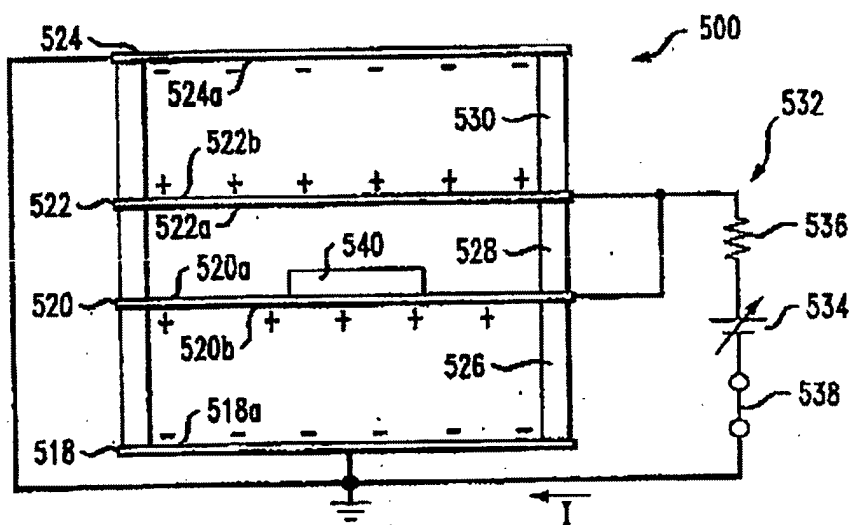


FIG. 10

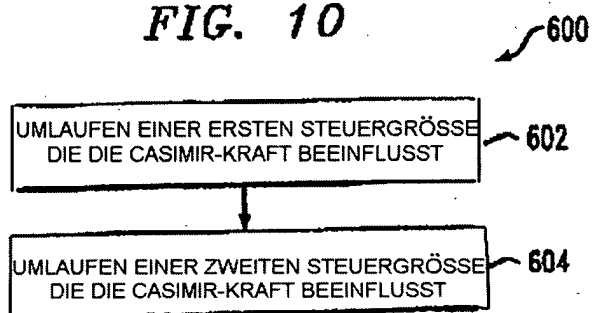


FIG. 11a

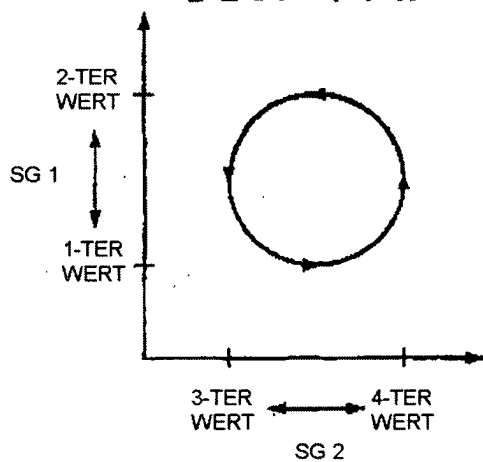


FIG. 11b

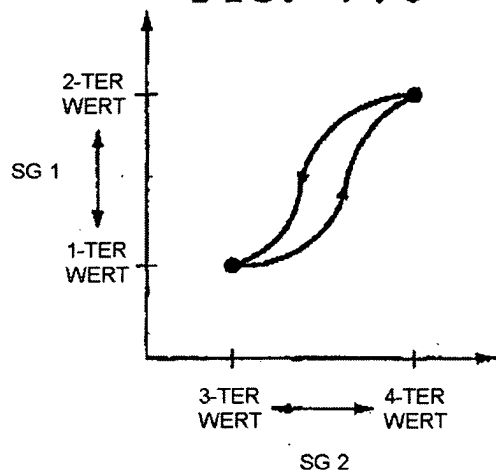


FIG. 11c

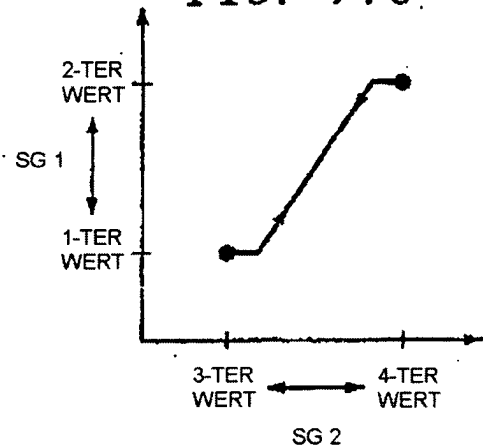


FIG. 11d

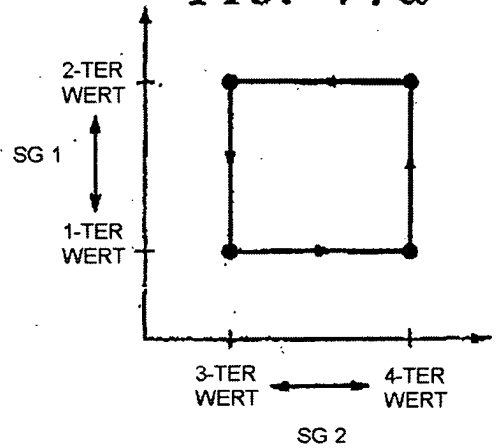


FIG. 11e

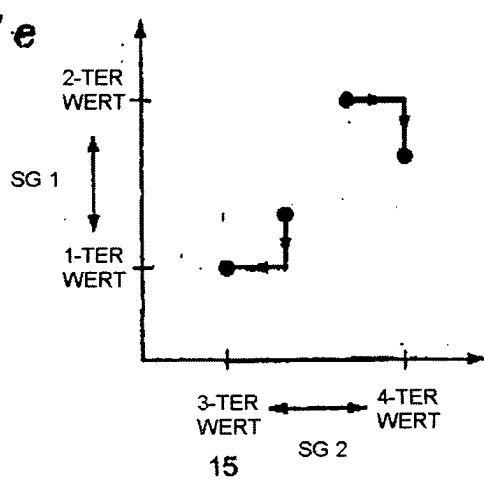


FIG. 12



FIG. 13

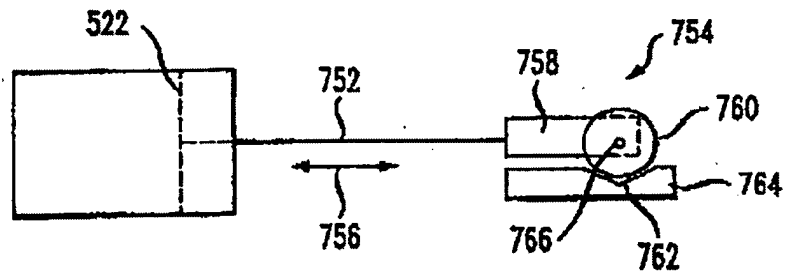


FIG. 14

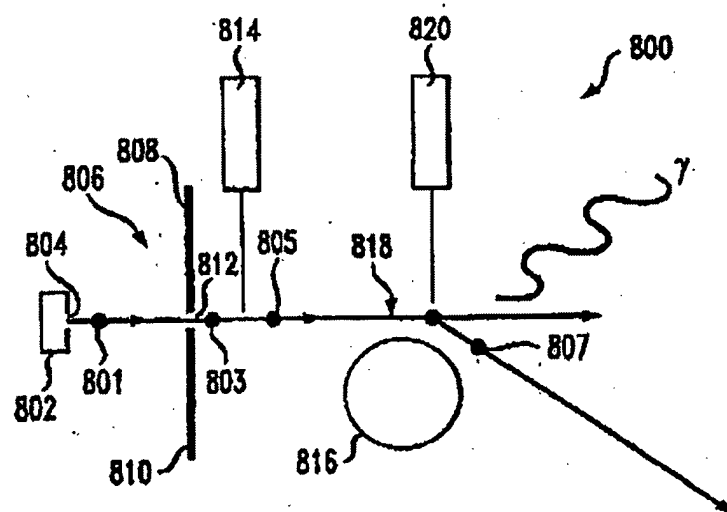
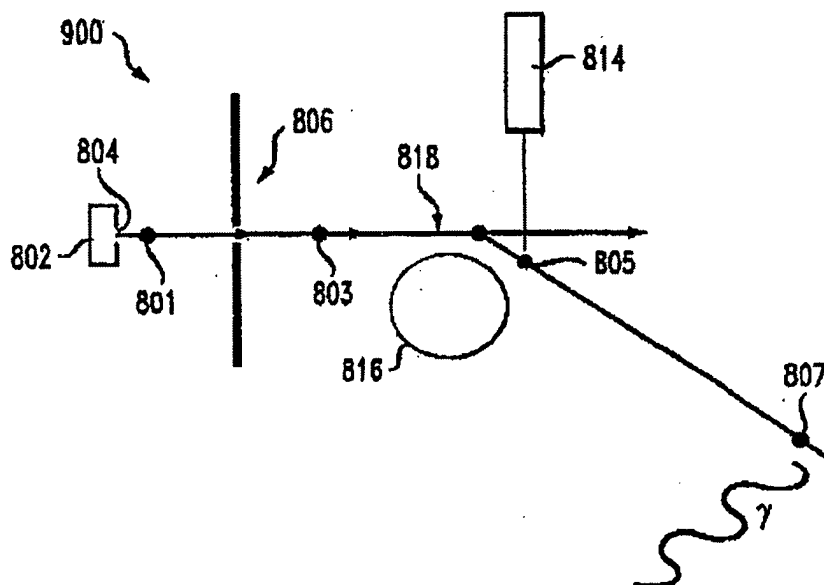
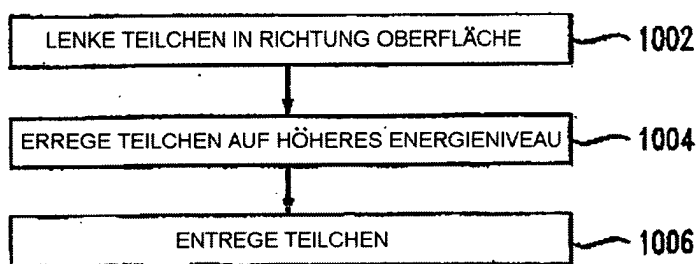


FIG. 15



1000

FIG. 16



1100

FIG. 17

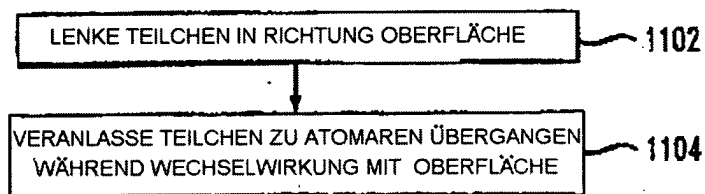


FIG. 18

