

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/166532 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2013/000082
(22) Internationales Anmeldedatum:
30. April 2013 (30.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 535/2012 7. Mai 2012 (07.05.2012) AT

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : GRIESMAYER, Erich [AT/AT]; Bienenweg
3, A-2721 Bad Fischau-Brunn (AT).

(74) Anwalt: MIKSOVSKY, Alexander; Miksovsky KG,
Garnisongasse 4, A-1096 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING ELEMENTARY PARTICLES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN VON ELEMENTARTEILCHEN

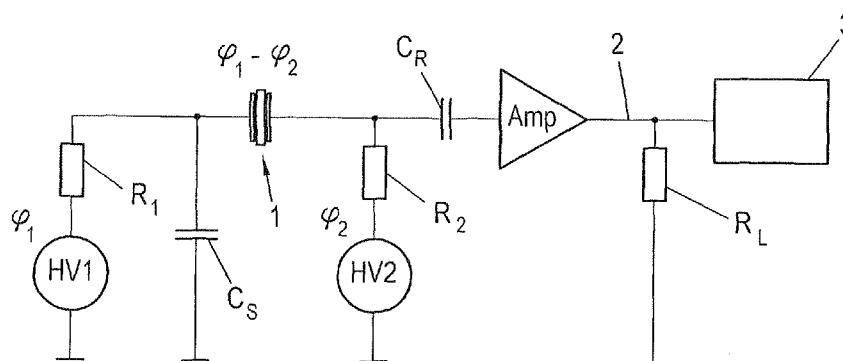


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and device for detecting elementary particles such as protons, ions, electrons, neutrons, photons or the like, in a detector (1), wherein an electrical field is applied to the detector (1) and wherein a charge pulse is generated in the detector (1) when a particle passes through the detector (1) and every charge pulse is subsequently converted into an electric signal. In order to remove polarisation charges occurring in the detector (1) during operation, a compensating voltage (HV1, HV2) is applied in each case temporarily to one electrode of the detector (1). Thus, it is possible to remove polarisation charges inside the detector (1) in a simple manner and thereby to restore the detector (1) to the original state thereof.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung von Elementarteilchen,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/166532 A2



wie beispielsweise Protonen, Ionen, Elektronen, Neutronen, Photonen oder dgl., in einem Detektor (1), wobei an den Detektor (1) ein elektrisches Feld angelegt wird und wobei beim Durchtritt eines Teilchens durch den Detektor (1) ein Ladungsimpuls in dem Detektor (1) erzeugt wird und jeder Ladungsimpuls nachfolgend in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, ist vorgesehen, dass zur Entfernung von in dem Detektor (1) während des Betriebs entstehenden Polarisationsladungen jeweils zeitlich begrenzt an eine Elektrode des Detektors (1) eine Kompensationsspannung (HV1, HV2) angelegt wird. Derart wird es in einfacher Weise möglich, Polarisationsladungen im Inneren des Detektors (1) zu entfernen und somit den ursprünglichen Zustand des Detektors (1) wiederum zur Verfügung zu stellen.

- 1 -

Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Elementarteilchen

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erfassen von Elementarteilchen, wie beispielsweise Protonen, Ionen, Elektronen, Neutronen, Photonen oder dgl., in einem Detektor, wobei an den Detektor ein elektrisches Feld angelegt wird und wobei beim Durchtritt eines Teilchens durch den Detektor ein Ladungsimpuls in dem Detektor erzeugt wird und jeder Ladungsimpuls nachfolgend in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Die vorliegende Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf eine Vorrichtung zum Erfassen von Elementarteilchen, wie beispielsweise Protonen, Ionen, Elektronen, Neutronen, Photonen oder dgl., mit einem Detektor zum Erzeugen eines Ladungsimpulses in dem Detektor bei Durchtritt eines Teilchens durch diesen, wobei an den Detektor ein elektrisches Feld angelegt ist.

Zum Erfassen von Elementarteilchen, wie beispielsweise Protonen, Ionen, Elektronen, Neutronen, Photonen oder dgl. in einem Detektor erfolgt eine Detektion bzw. Erfassung üblicherweise dadurch, dass bei hohen Frequenzen bzw. Signalraten eine Integration einer Vielzahl von Signalen erfolgt, wobei nach einer Verstärkung bei einer derartigen Integration im Wesentlichen ein Stromsignal in Abhängigkeit von der Anzahl bzw. Vielzahl von erfassten Teilchen angezeigt bzw. aufgezeichnet wird. Weiters kann eine Detektion einzelner Teilchen üblicherweise nur bei vergleichsweise geringen Frequenzen bzw. Signalraten unter Berücksichtigung der Möglichkeiten einer Auflösung einzelner Impulse bzw. Signale in derartigen Detektoren vorgenommen werden.

Für derartige Verfahren bzw. Vorrichtung zum Erfassen von Elementarteilchen ist beispielsweise die Verwendung von Diamantdetektoren bekannt, wobei im Normalbetrieb eines derartigen Diamantdetektors ein elektrisches Potenzial an Elektroden des Detektors angelegt wird, wodurch im Inneren des Detektors ein elektrisches Feld entsteht. Zu erfassende Elementarteilchen, welche auf den Detektor auftreffen bzw. durch diesen hindurch-

- 2 -

treten, ionisieren das Detektormaterial, wobei im elektrischen Feld eine Kraft auf derartige ionisierte Ladungsträger im Inneren des Detektormaterials wirkt. Diese ionisierten Ladungsträger bewegen sich in diesem elektrischen Feld zu einer der Elektroden. Diamant ist ein Halbleiter, so dass sowohl positiv geladene Löcher als auch negativ geladene Elektronen ionisiert werden, wobei sich die Elektronen und Löcher mit unterschiedlichen, jedoch vergleichbaren Geschwindigkeiten bewegen. Je nach Vorzeichen der elektrischen Ladung bewegen sich die Ladungsträger zur positiven oder zur negativen Elektrode, wobei derart erzeugte Ladungsimpulse in weiterer Folge in ein elektrisches Signal umgewandelt und üblicherweise entsprechend verstärkt und zur Erfassung der Signalraten bzw. Zählraten entsprechend in einer Auswerteelektronik verarbeitet werden.

Neben den zur Erfassung der Elementarteilchen entstehenden ionisierten Ladungsträgern entstehen jedoch zusätzlich durch die Bestrahlung bzw. Beaufschlagung des Detektormaterials im Lauf der Zeit Polarisationsladungen, wobei davon auszugehen ist, dass es sich beispielsweise um freie Ladungsträger unter den Elektroden, Polarisationsladungen im Material des Detektors, freie Ladungsträger an Korngrenzen, Störstellen, etc. handelt. Derartige Polarisationsladungen verursachen im Inneren des Detektors bzw. Detektormaterials ein zusätzliches elektrisches Feld, welches üblicherweise als Polarisationsfeld bezeichnet wird. Ein derartiges Polarisationsfeld wirkt dem außen angelegten elektrischen Feld entgegen, wodurch es zur Verringerung des elektrischen Felds im Detektor bzw. Diamantmaterial in einem zumindest mikroskopischen und gegebenenfalls makroskopischen Bereich und somit zu einer nachteiligen Beeinflussung der Funktion und insbesondere der Bestimmung der tatsächlichen Signalraten bzw. Zählraten kommt. Derart wird das Detektorsignal verringert, so dass dies nicht nur zu einer Verringerung der Effizienz des Detektors sondern auch zu erhöhten Schwierigkeiten bei der Auswertung der Zähl- bzw. Signalrate führt, wobei ein derartiger nachteiliger Effekt sowohl bei hohen Zählraten, wobei

- 3 -

üblicherweise eine Integration einer Vielzahl von Signalen erfolgt, als auch bei einer Ermittlung von einzelnen Impulsen bzw. einer Detektion einzelner Teilchen auftritt, wie dies oben angeführt wurde.

5

Die vorliegende Erfindung zielt daher darauf ab, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen von Elementarteilchen gemäß der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, wobei die oben erwähnten Nachteile beim Einsatz bekannter Diamantdetektoren durch ein Auftreten von Polarisationsladungen bzw. Polarisationsseffekten eliminiert bzw. zumindest weitestgehend minimiert werden. Insbesondere wird auf die Bereitstellung eines Verfahrens sowie einer Vorrichtung abgezielt, wobei selbst bei längerem Einsatz eines derartigen Detektors keine negative Beeinflussung durch das Auftreten von Polarisationsladungen im Inneren des Detektors bzw. Detektormaterials gegeben ist.

Zur Lösung dieser Aufgaben ist ein Verfahren der eingangs genannten Art im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass zur Entfernung von in dem Detektor während des Betriebs entstehenden Polarisationsladungen jeweils zeitlich begrenzt an eine Elektrode des Detektors eine Kompensationsspannung angelegt wird. Dadurch, dass erfindungsgemäß zeitlich begrenzt an eine Elektrode des Detektors eine Kompensationsspannung angelegt wird, wird bewirkt, dass während des Betriebs über eine längere Zeitdauer im Inneren des Detektors bzw. Detektormaterials entstehende Polarisationsladungen durch das Anlegen der Kompensationsspannung entfernt und die Polarisationsladungsträger umgepolt werden, wodurch der ursprüngliche Zustand des Detektors bzw. Detektormaterials ohne Vorhandensein derartiger Polarisationsladungen im Inneren wiederum hergestellt wird. Es lässt sich somit durch das Anlegen der Kompensationsspannung unter Entfernung der während des Betriebs des Detektors auftretenden Polarisationsladungen der ursprüngliche Zustand des Detektormaterials wiederum herstellen, so dass eine Verringerung der Signalstärke und/oder eine Beeinflussung der Signalaraten durch

- 4 -

die im Lauf der Zeit entstehenden Polarisationsladungen wiederum ausgeschaltet werden kann bzw. können. Durch ein derartig zeitlich begrenztes Anlegen einer Kompensationsspannung steht der Detektor gegebenenfalls nur für eine überaus kurze Zeitdauer nicht für eine Erfassung von Signalen bzw. Impulsen oder Zählraten zur Verfügung, wobei nach erfolgtem Anlegen der Kompensationsspannung und somit einer Entfernung der Polarisationsladungen wiederum die vollständige Kapazität bzw. Leistung des Detektors bei entsprechend hoher Signalstärke zur Verfügung gestellt werden kann. Eine derartige hohe und insbesondere im Wesentlichen gleichbleibende Signalstärke ist insbesondere bei einer Erfassung von Elementarteilchen aufgrund der üblicherweise äußerst geringen Signalstärke von besonderer Bedeutung, da bei einem Absinken der Signalstärke durch das Vorhandensein von Polarisationsladungen im Detektormaterial eine Auswertung von Signalen bzw. Impulsen geringer Stärke zunehmend erschwert wird, da eine zuverlässige Unterscheidung des Signals von gegebenenfalls vorhandenem Rauschen bzw. Untergrund entsprechend unterschiedliche Signalthöhen bzw. -stärken erfordert.

Im Zusammenhang mit einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass die Kompensationsspannung zyklisch an den Detektor angelegt wird, um derart jeweils eine zuverlässige Funktionsweise bzw. Betriebsweise des Detektors zum Erfassen von Elementarteilchen zur Verfügung zu stellen.

Alternativ oder zusätzlich kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Kompensationsspannung bei Erreichen eines Schwellwerts, insbesondere bei Unterschreiten einer Zählrate oder Signalstärke des Detektors angelegt wird. Derart wird sichergestellt, dass bei gegebenenfalls unterschiedlichen Beanspruchungen bzw. Beaufschlagungen des Detektors durch ein Absinken von Signal- bzw. Zählraten eine negative Beeinflussung bzw. Verfälschung von Ergebnissen insbesondere bei einer nachfolgenden Auswertung verhindert wird.

- 5 -

Gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass als Kompensationsspannung eine Spannung gleicher Polarität wie die Detektorspannung gewählt wird und an eine Elektrode des Detektors angelegt wird, welche von der Elektrode verschieden ist, welche im Betrieb des Detektors mit der Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgt wird, wobei die Kompensationsspannung um wenigstens 20 %, insbesondere wenigstens 50 % höher als die Detektorspannung gewählt wird. Durch Anlegen der Kompensationsspannung gleicher Polarität an diejenige Elektrode des Detektors, welche während des Betriebs des Detektors nicht mit der Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgt wird, wird in einfacher und zuverlässiger Weise sichergestellt, dass sich im Inneren des Detektors die elektrische Feldstärke umkehrt, wodurch die freien Ladungsträger entfernt und Polarisationsladungsträger umgepolt werden, so dass der ursprüngliche Zustand des Detektors zur Erzielung der gewünschten Zählraten oder Signalstärken wiederum zur Verfügung gestellt werden kann.

20

Für eine besonders rasche Durchführung der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands des Detektors wird hierbei vorgeschlagen, dass die Kompensationsspannung im Wesentlichen doppelt so hoch wie die Detektorspannung gewählt wird, wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht.

25

Anstelle einer Anlegung einer Kompensationsspannung an diejenige Elektrode, welche im normalen Betrieb des Detektors nicht mit der Detektorspannung versorgt wird, wird gemäß einer weiters abgewandelten und alternativen sowie bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen, dass als Kompensationsspannung eine Detektorspannung mit umgekehrter Polarität an die während des Betriebs des Detektors mit der Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgte Elektrode angelegt wird. Durch eine derartige Versorgung der Elektrode des Detek-

30

35

- 6 -

tors, an welche während des Betriebs die Detektorspannung, insbesondere Hochspannung angelegt wird, mit einer Kompensationsspannung umgekehrter Polarität wird ebenfalls eine Umkehr der elektrischen Feldstärke bzw. des elektrischen Felds im Detektor bewirkt, so dass wiederum, wie bereits oben erwähnt, die freien Ladungsträger entfernt und Polarisationsladungsträger umgepolt werden, um den ursprünglichen Zustand des Detektors bzw. Detektormaterials wiederum herzustellen. Eine derartige Versorgung mit einer Detektorspannung umgekehrter Polarität kann beispielsweise auch durch Bereitstellen einer Wechselspannung oder einer Spannung in Form einer Rechteckwelle erfolgen, so dass derart während des Betriebs des Detektors entsprechend der Frequenz der angelegten Wechselspannung jeweils eine Wiederherstellung des ursprünglichen Feldzustands durch Entfernung von freien Ladungsträgern bzw. einer Umpolung von Polarisationsladungsträgern vorgenommen wird.

Um bei einer derartigen Umkehrung der Polarität unverändert eine Auswertung der vom Detektor zur Verfügung gestellten Signalaraten bzw. Zählraten zu ermöglichen, wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass bei Umkehrung der Polarität der Detektorspannung zur Bereitstellung der Kompensationsspannung eine Ausleseelektronik umgepolt wird. Dadurch wird es möglich, selbst während der Entfernung der freien Ladungsträger und der Umpolung der Polarisationsladungsträger Signale des Detektors zu verarbeiten, so dass eine bipolare Auswerteelektronik zur Verfügung gestellt wird.

Wie bereits oben erwähnt, wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass der Detektor in an sich bekannter Weise von einem Diamantdetektor gebildet wird.

Zur Lösung der eingangs genannten Aufgaben ist darüber hinaus eine Vorrichtung der oben genannten Art im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass zur Entfernung von in dem Detektor während des Betriebs entstehenden Polarisationsladungen jeweils zeitlich

- 7 -

begrenzt an eine Elektrode des Detektors eine Kompensations-
spannung anlegbar ist. Wie bereits erörtert, gelingt somit in
einfacher und zuverlässiger Weise eine Wiederherstellung des
ursprünglichen Zustands des Detektors bzw. Detektormaterials
5 durch Entfernung von freien Ladungsträgern und Umpolung von
Polarisationsladungsträgern im Inneren des Detektormaterials.

Um im Wesentlichen unabhängig von Zählraten die Funktionsweise
des Detektors sicher aufrecht erhalten zu können, wird gemäß
10 einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass die
Kompensationsspannung zyklisch an den Detektor anlegbar ist.

Zur Erzielung des gewünschten Effekts einer Entfernung freier
Ladungsträger als auch einer Umpolung von Polarisationsladungs-
15 trägern wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform
vorgeschlagen, dass als Kompensationsspannung eine Spannung
gleicher Polarität wie die Detektorspannung gewählt ist und an
eine Elektrode des Detektors angelegt ist, welche von der Elek-
trode verschieden ist, welche im Betrieb des Detektors mit der
20 Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgt ist, wobei
die Kompensationsspannung um wenigstens 20 %, insbesondere we-
nigstens 50 % höher als die Detektorspannung gewählt ist. Durch
die Wahl einer höheren Kompensationsspannung, welche an die
Elektrode angelegt wird, welche im Betrieb des Detektors nicht
25 mit der Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgt
wird, wird sichergestellt, dass im Inneren des Detektors die
elektrische Feldstärke umgekehrt wird, um die freien Ladungs-
träger zu entfernen und Polarisationsladungsträger umzupolen.

30 Alternativ und gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform
wird vorgeschlagen, dass als Kompensationsspannung eine Detek-
torspannung mit umgekehrter Polarität an die während des Be-
triebs des Detektors mit der Detektorspannung, insbesondere
Hochspannung versorgte Elektrode anlegbar ist. Derart kann auf
35 eine Bereitstellung einer zweiten Hochspannungsquelle verzichtet

- 8 -

werden, wenn beispielsweise eine Wechselspannung oder eine Spannung nach Art eines Rechteckwellenimpulses bereitgestellt wird.

Um während einer derartigen Umkehrung der Polarität der Detektorspannung eine Erfassung von Signalen bzw. Zählraten zu ermöglichen, wird darüber hinaus vorgeschlagen, dass bei Umkehrung der Polarität der Detektorspannung zur Bereitstellung der Kompensationsspannung eine Ausleseelektronik umpolbar ist, wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung entspricht, so dass eine bipolare Auswertelektronik vorgesehen wird.

Darüber hinaus ist erfindungsgemäß bevorzugt vorgesehen, dass der Detektor in an sich bekannter Weise von einem Diamantdetektor gebildet ist, wobei ein aus Diamant bestehendes Detektorelement zwischen plattenförmigen Elementen angeordnet ist, und eine Kontaktierung von Elektroden des Detektorelements wenigstens teilweise durch Federelemente gebildet ist. Neben der Verwendung eines an sich bekannten Diamantdetektors wird durch die erfindungsgemäß vorgesehene wenigstens teilweise Kontaktierung durch Federelemente eine zuverlässige Versorgung der Elektroden des im Wesentlichen ebenfalls aus einem plattenförmigen Element gebildeten Detektormaterials selbst unter Berücksichtigung der kleinen Abmessungen des Detektors als auch der anzulegenden hohen Spannungen von beispielsweise wenigstens 500 Volt sichergestellt. Durch die Feder wird nicht nur ein elektrischer, sondern auch ein mechanischer Kontakt zur Festlegung des Detektorelements bereitgestellt, so dass auf aufwendige Klebeverbindungen verzichtet werden kann.

Für eine zuverlässige Kontaktierung ist gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass das Federelement von einer insbesondere vergoldeten Beryllium-Feder gebildet ist.

Zur Lösung der oben genannten Aufgaben ist darüber hinaus die Verwendung eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung

- 9 -

oder einer bevorzugten Ausführungsform hiervon oder einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung oder einer bevorzugten Ausführungsform davon zum Nachweis von Teilchen in Teilchenbeschleunigern, in Reaktoranlagen, in Diagnoseeinrichtungen, wie
5 beispielsweise Röntgeneinrichtungen, CT-Einrichtungen oder dgl. vorgesehen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der beiliegenden Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher
10 erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Schaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erfassen von Elementarteilchen;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm, woraus die Abnahme der Effizienz des Detektors mit fortschreitender Zeit durch Polarisations-
15 sationseffekte im Inneren des Detektormaterials ersichtlich ist;

Fig. 3 ein schematisches Diagramm einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei als Kompensationsspannung eine Detektorspannung mit umgekehrter Polarität angelegt
20 wird;

Fig. 4 schematische Darstellungen einer abgewandten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei in Fig. 4a eine konstante, an eine Elektrode des Detektors angelegte Spannung, insbesondere Hochspannung gezeigt ist, in Fig. 4b eine
25 Kompensationsspannung gezeigt ist, welche an die zweite Elektrode angelegt wird und größer als die Detektorspannung ist, und Fig. 4c die sich aus einer Kombination der in Fig. 4a und 4b gezeigten Spannungen ergebende Detektorspannung zeigt;

Fig. 5 in einer Darstellung ähnlich zu Fig. 2 den Effekt des erfindungsgemäßen Verfahrens eines Anlegens einer Kompensationsspannung zur Beseitigung von Polarisationsladungen und zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands des Detektormaterials;
30

Fig. 6 einen schematischen Schnitt durch eine Ausführungsform eines Diamantdetektors zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
35

- 10 -

Fig. 7 in vergrößertem Maßstab eine detaillierte Darstellung des mit Elektrodenmaterial beschichteten bzw. ausgebildeten Detektorelements; und

Fig. 8 eine schematische teilweise Draufsicht entsprechend dem Pfeil VIII von Fig. 6 auf den Detektor unter Entfernung einer Abdeckplatte.

In Fig. 1 ist schematisch mit 1 ein Detektor bezeichnet, welcher von einem Diamantdetektor gebildet ist, wie dies unter Bezugnahme auf Fig. 6 - 8 nachfolgend im Detail erörtert werden wird.

Eine Elektrode des Detektors 1 wird über eine erste Hochspannungsquelle HV1 mit einer Detektorspannung, insbesondere Hochspannung von beispielsweise 500 Volt versorgt, wobei darüber hinaus ein Ladewiderstand R_1 angedeutet ist. Darüber hinaus ist in Fig. 1 ein Ladekondensator C_s angedeutet.

Allgemein können derartige Detektoren 1 mit einer Feldstärke von etwa 1-2 V/ μm betrieben werden, so dass sich für Dicken von etwa 500 μm beispielsweise eine Spannung von 500 V ergibt. Bei Dicken von etwa 100 μm werden beispielsweise Spannungen zwischen 100 V und 200 V eingesetzt.

Insbesondere zur Durchführung des in Fig. 4 im Detail erörterten Verfahrens ist bei dem in Fig. 1 schematisch dargestellten Schaltungsdiagramm darüber hinaus eine zweite Hochspannungsquelle HV2 dargestellt, welche ebenfalls eine Spannung, insbesondere Hochspannung φ_2 über einen Ladewiderstand R_2 an die zweite Elektrode des allgemein mit 1 bezeichneten Detektors zur Verfügung stellt.

Bei Vorsehen beider Hochspannungsquellen HV1 und HV2, wie dies insbesondere unter Bezugnahme auf Fig. 4 erörtert werden wird, liegt somit am Detektor bzw. Detektormaterial bzw. an dessen Elektroden eine Detektorspannung $\varphi_1 - \varphi_2$ an.

Für eine Auswertung der Signale bzw. Erfassung von Impulsen bzw. Zählraten sind in Fig. 1 darüber hinaus Koppelkondensator C_k sowie ein Verstärker Amp angedeutet, wobei zusätzlich ein Last-
5 widerstand R_L vorgesehen ist.

Ein von dem Verstärker Amp ausgehendes Detektorsignal, welches schematisch mit 2 bezeichnet ist, wird in einer schematisch mit 3 angedeuteten Auswerteelektronik entsprechend bearbeitet bzw.
10 weiter verarbeitet, wie dies allgemein bekannt ist.

In Fig. 2 ist schematisch angedeutet, wie eine auf der Y-Achse aufgetragene Effizienz des Detektors im Verlauf der Zeit durch ein Entstehen von Polarisationsladungen im Inneren des Detektor-
15 materials abnimmt, da ein derart im Inneren des Detektormaterials entstehendes Polarisationsfeld dem außen angelegten elektrischen Feld entgegenwirkt und somit die Effizienz des Detektors abnimmt. Sowohl für die auf der X-Achse dargestellte Zeit als auch die auf der Y-Achse angegebene Effizienz sind will-
20 kürliche Einheiten (a.u.) angenommen, wobei zur Verdeutlichung des Effekts der Polarisationsladungen die Abnahme der Effizienz übertrieben dargestellt ist.

Zur Vermeidung einer derartigen Abnahme der Detektoreffizienz, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist, wird bei der in Fig. 3 dargestellten Verfahrensführung vorgeschlagen, dass in zeitlicher Abfolge, beispielsweise ähnlich einem Rechteckwellenimpuls, eine Umpolung der Polarität der Detektorspannung vorgenommen wird, welche von der Hochspannungsquelle HV1, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, an eine Elektrode des Detektors 1 angelegt wird,
30 wobei dies in Fig. 3 durch φ_1 bzw. $-\varphi_1$ angedeutet ist.

Ähnlich wie in Fig. 2 sind sowohl für die auf der Y-Achse angegebene Detektorspannung U_{DET} als auch die auf der X-Achse angegebene Zeit jeweils willkürliche Einheiten gewählt.
35

- 12 -

Durch ein Anlegen einer Spannung umgekehrter Polarität, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist, erfolgt im Inneren des Detektors bzw. Detektormaterials eine Entfernung freier Ladungsträger als auch eine Umpolung von Polarisationsladungsträgern, so dass der ursprüngliche Zustand des Detektormaterials wiederum hergestellt wird, wie dies aus der schematischen Darstellung von Fig. 5 betreffend die Effizienz des Detektors ersichtlich ist. Unmittelbar nach einer derartigen Umpolung folgt somit eine Regenerierung des Detektormaterials, so dass die ursprünglich zur Verfügung gestellte Effizienz des Detektormaterials wiederum gesichert ist. Ähnlich wie bei der Darstellung gemäß Fig. 2 sind auch insbesondere die relativen Unterschiede in der Detektoreffizienz in Fig. 5 übertrieben dargestellt.

Bei der Verfahrensführung gemäß dem schematischen Diagramm von Fig. 3 kann darüber hinaus durch eine entsprechende Umpolung der Auslese- bzw. Auswerteelektronik 3, welche in Fig. 1 angedeutet ist, sichergestellt werden, dass auch bei umgekehrter Polarität der Detektorspannung eine entsprechende Ermittlung von Impulsen bzw. Zählraten im Detektor 1 vorgenommen werden kann, so dass unter Berücksichtigung der jeweils umgekehrten Polarität der Detektor 1 im Wesentlichen ohne Unterbrechung durch Einsatz einer bipolaren Auswerteelektronik betrieben werden kann.

Bei der abgewandelten Ausführungsform der Verfahrensführung gemäß Fig. 4 ist ersichtlich, dass zeitlich unverändert die Detektorspannung φ_1 , welche von der Hochspannungsquelle HV1 gemäß Fig. 1 an eine Elektrode des Detektors 1 angelegt wird, zur Verfügung gestellt wird.

Zur Beseitigung von Polarisationsladungen wird zeitlich begrenzt und beispielsweise ebenfalls zyklisch, wie dies in Fig. 3 angedeutet ist, und/oder bei Unterschreiten eines Schwellwerts betreffend die Zählrate oder Signalstärke des Detektors an die zweite Elektrode des Detektors 1 von der Hochspannungsquelle HV2 eine Spannung gleicher Polarität wie die Detektorspannung ange-

- 13 -

legt, so dass insgesamt am Detektor als Differenz der Spannungen $\varphi_1 - \varphi_2$ eine Spannung entsprechend dem in Fig. 4c dargestellten zeitlichen Verlauf angelegt wird.

- 5 Durch eine zeitlich begrenzte Bereitstellung eines insgesamt negativen Gesamtpotenzials $\varphi_1 - \varphi_2$ an dem Detektor 1, da die Spannung φ_2 die Detektorspannung φ_1 übersteigt, wird ebenso wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3, bei welcher eine Umkehr der Polarität der Detektorspannung vorgenommen wird, eine Entfernung
10 von Ladungsträgern im Inneren des Detektormaterials vorgenommen und es werden Polarisationsladungsträger umgepolt, um derart wiederum den ursprünglichen Zustand des Detektors 1 bzw. Detektormaterials zur Verfügung zu stellen.
- 15 Sowohl für die einzelnen Spannungen als auch die Zeit wurden bei der Darstellung gemäß Fig. 4 wiederum willkürliche Einheiten gewählt. Zur Erzielung des insgesamt negativen Gesamtpotenzials $\varphi_1 - \varphi_2$, wie dies in Fig. 4c dargestellt ist, ist vorzusehen, dass die von der Hochspannungsquelle HV2 bereitgestellte Spannung φ_2
20 die Detektorspannung φ_1 übersteigt, wobei zur Erzielung des gewünschten Effekts einer Entfernung von Polarisationsladungen innerhalb einer vergleichsweise kurzen Zeitdauer die von der Hochspannungsquelle HV2 bereitgestellte Kompensationsspannung die Detektorspannung beispielsweise um mindestens 50 % übersteigt und bevorzugter Weise etwa das Doppelte der Detektor-
25 spannung beträgt. Zur Erzielung eines negativen Gesamtpotenzials muss die Kompensationsspannung höher als die Detektorspannung sein. Selbst ein Vorsehen einer doppelten Kompensationsspannung liegt hierbei innerhalb üblicher Betriebsbereiche derartiger
30 Detektoren 1 von maximal 2 V/ μm .

- In Fig. 6 und 7 ist schematisch der Aufbau eines in Fig. 1 allgemein mit 1 bezeichneten Detektors teilweise in einer Explosionsdarstellung gemäß Fig. 6 und in größerem Detail gemäß
35 Fig. 7 gezeigt. Der Detektor 1 weist ein von einem Diamant gebildetes Detektorelement 11 auf, wobei an dem im Wesentlichen

- 14 -

plattenförmigen Detektorelement 11, wie dies insbesondere deutlich aus Fig. 7 ersichtlich ist, zu beiden Seiten im Wesentlichen flächige Elektroden 12 und 13 vorgesehen sind.

- 5 Das Detektorelement 11 wird von einer Zwischenplatte 14 umgeben und auf einer Grundplatte 15 abgestützt, wobei auf der Grundplatte 15 ein Massekontakt 16 angedeutet ist, welcher in zusammengebaute Zustand mit der Elektrode 12 in Kontakt gelangt.
- 10 Darüber hinaus ist ersichtlich, dass eine Kontaktierung der zweiten Elektrode 13 über ein federartiges Element 17 erfolgt, welche von einer Beryllium-Feder gebildet ist, welche für einen mechanischen und elektrischen Kontakt darüber hinaus vergoldet ist. Diese Beryllium-Feder 17 gelangt in zusammengebaute Zustand in Kontakt mit einer Signalleitung 18, welche über ein
- 15 schematisch angedeutetes Steckerelement 19 sowohl für eine Signalableitung als auch für eine Versorgung mit der Detektorspannung entsprechend der ersten Hochspannungsquelle HV1 dient. Für die Signalleitung ist ein Wellenwiderstand von 50 Ω vorgesehen.
- 20 sehen.

Bei der Darstellung gemäß Fig. 6 ist darüber hinaus eine zusätzliche Deckplatte mit 20 angedeutet.

- 25 Bei der in Fig. 8 dargestellten Draufsicht auf die Grund- bzw. Bodenplatte 15 ist die Signalleitung wiederum mit 18 bezeichnet, über welche über den Stecker bzw. Verbinder 19 nicht nur eine Abnahme des Signals sondern auch eine Zufuhr der Detektorspannung von der ersten Hochspannungsversorgung bzw. -quelle HV1
- 30 erfolgt.

- Darüber hinaus ist in Fig. 8 der wiederum mit 16 bezeichnete Massekontakt ersichtlich, wobei der Massekontakt 16 entweder über einen weiteren Stecker 21 mit Masse verbunden ist oder bei
- 35 der Ausführungsform gemäß Fig. 3 über diesen Stecker 21 eine

- 15 -

Versorgung mit der von der zweiten Hochspannungsquelle HV2 bereitgestellten Spannung erfolgt.

Über den Kontakt 16 erfolgt in zusammengebautem Zustand eine
5 Versorgung des Detektorelements 11, wie dies aus Fig. 6 ersichtlich ist, wobei zusätzlich in Fig. 8 eine Ausnehmung bzw. ein Loch 22 für eine Kalibrierung für eine ordnungsgemäße Positionierung des Detektorelements 11 ersichtlich ist.

10 Weiters ist in Fig. 8 der Stützkondensator 23 bzw. C_s angedeutet.

Wie dies insbesondere aus Fig. 5 ersichtlich ist, gelingt somit durch eine zeitlich begrenzte Bereitstellung einer Kompensationsspannung eine Entfernung von freien Ladungsträgern bzw.
15 eine Umpolung von Polarisationsladungsträgern im Inneren des Detektormaterials 11, um derart den ursprünglichen Feldzustand des Detektormaterials 11 periodisch bzw. zyklisch wiederum bereitzustellen, wie dies aus der Darstellung gemäß Fig. 5 ersichtlich ist.
20

Eine derartige Bereitstellung der Kompensationsspannung kann entweder zyklisch erfolgen oder beispielsweise bei Unterschreiten eines Schwellwerts im Hinblick auf eine Zählrate oder
25 Signalstärke vorgesehen sein. Alternativ kann eine Zuschaltung der Kompensationsspannung durch einen externen Eingriff beispielsweise manuell zu speziell gewählten Zeitpunkten vorgenommen werden.

30 Wie oben bereits erwähnt, kann die Kompensationsspannung zyklisch bzw. periodisch an den Detektor 1 angelegt werden, wobei beispielsweise bei einem Einsatz im Zusammenhang mit einem Teilchenbeschleuniger eine derartige Entfernung von Polarisationsladungen nach jedem Turn vorgenommen werden kann.
35 Alternativ kann eine derartige Entfernung von Polarisationsladungen bzw. ein derartiger "refresh cycle" manuell vorgenommen

- 16 -

werden oder nach Verstreichen einer vorgegebenen Zeitperiode. Unabhängig davon oder alternativ kann eine derartige Entfernung von Polarisationsladungen insbesondere bei Unterschreiten eines Schwellwerts durchgeführt bzw. eingeleitet werden, wie dies
5 beispielsweise aus der schematischen Darstellung von Fig. 5 ersichtlich ist.

Neben den bereits oben angeführten Möglichkeiten einer Anwendung eines derartigen Verfahrens zur Entfernung von Polarisations-
10 ladungen kann dies insbesondere im Bereich von Strahlverlustmonitoren zum Einsatz gelangen, bei welchen beispielsweise bei einem Betrieb von Teilchenbeschleunigern eine ordnungsgemäße Betriebsweise überwacht wird. Weiters ist ein Einsatz im Zusammenhang mit Spektrometern oder Kalorimetern sinnvoll bzw.
15 günstig, wobei beispielsweise eine Energiemessung oder eine spektroskopische Messung insbesondere von niederenergetischen Teilchen durchgeführt wird. Derart können beispielsweise Neutronen auf eine derartige Detektoreinheit auftreffen, wobei bei entsprechender Dotierung des Detektormaterials geladene Teilchen
20 entstehen, deren Anzahl und/oder Amplitude ein Maß für die Energie der zu überwachenden Teilchen darstellt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Erfassen von Elementarteilchen, wie beispielsweise Protonen, Ionen, Elektronen, Neutronen, Photonen
5 oder dgl., in einem Detektor (1, 11), wobei an den Detektor (1, 11) ein elektrisches Feld angelegt wird und wobei beim Durchtritt eines Teilchens durch den Detektor (1, 11) ein Ladungsimpuls in dem Detektor (1, 11) erzeugt wird und jeder Ladungsimpuls nachfolgend in ein elektrisches Signal umgewandelt wird,
10 dadurch gekennzeichnet, dass zur Entfernung von in dem Detektor (1, 11) während des Betriebs entstehenden Polarisationsladungen jeweils zeitlich begrenzt an eine Elektrode (12, 13) des Detektors (1, 11) eine Kompensationsspannung angelegt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationsspannung zyklisch an den Detektor (1, 11) angelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Kompensationsspannung bei Erreichen eines Schwellwerts, insbesondere bei Unterschreiten einer Zählrate oder Signalstärke des Detektors (1, 11) angelegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
25 dass als Kompensationsspannung (HV2) eine Spannung gleicher Polarität wie die Detektorspannung (HV1) gewählt wird und an eine Elektrode (12) des Detektors (11) angelegt wird, welche von der Elektrode (13) verschieden ist, welche im Betrieb des Detektors (11) mit der Detektorspannung (HV1), insbesondere Hochspannung versorgt wird, wobei die Kompensationsspannung (HV2) um
30 wenigstens 20 %, insbesondere wenigstens 50 % höher als die Detektorspannung gewählt wird. (Fig. 4)
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
35 Kompensationsspannung (HV2) im Wesentlichen doppelt so hoch wie die Detektorspannung (HV1) gewählt wird.

- 18 -

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Kompensationsspannung eine Detektorspannung (HV1) mit umgekehrter Polarität an die während des Betriebs des Detektors
5 (1) mit der Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgte Elektrode (13) angelegt wird. (Fig. 3)
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei Umkehrung der Polarität der Detektorspannung (HV1) zur Bereit-
10 stellung der Kompensationsspannung eine Ausleseelektronik (3) umgepolt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (1, 11) in an sich bekannter Weise
15 von einem Diamantdetektor gebildet wird.
9. Vorrichtung zum Erfassen von Elementarteilchen, wie beispielsweise Protonen, Ionen, Elektronen, Neutronen, Photonen oder dgl., mit einem Detektor (1, 11) zum Erzeugen eines
20 Ladungsimpulses in dem Detektor (1, 11) bei Durchtritt eines Teilchens durch diesen, wobei an den Detektor (1, 11) ein elektrisches Feld angelegt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Entfernung von in dem Detektor (1, 11) während des Betriebs entstehenden Polarisationsladungen jeweils zeitlich begrenzt an
25 eine Elektrode (12, 13) des Detektors (1, 11) eine Kompensationsspannung anlegbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationsspannung zyklisch an den Detektor (1, 11)
30 anlegbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Kompensationsspannung (HV2) eine Spannung gleicher Polarität wie die Detektorspannung (HV1) gewählt ist und an eine
35 Elektrode (12) des Detektors (11) angelegt ist, welche von der Elektrode (13) verschieden ist, welche im Betrieb des Detektors

- 19 -

(11) mit der Detektorspannung (HV1), insbesondere Hochspannung versorgt ist, wobei die Kompensationsspannung (HV2) um wenigstens 20 %, insbesondere wenigstens 50 % höher als die Detektorspannung gewählt ist. (Fig. 4)

5

12. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Kompensationsspannung eine Detektorspannung (HV1) mit umgekehrter Polarität an die während des Betriebs des Detektors (1) mit der Detektorspannung, insbesondere Hochspannung versorgte Elektrode (12) anlegbar ist. (Fig. 3)

10

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei Umkehrung der Polarität der Detektorspannung (HV1) zur Bereitstellung der Kompensationsspannung (HV2) eine Ausleseelektronik (3) umpolbar ist.

15

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (1) in an sich bekannter Weise von einem Diamantdetektor gebildet ist, wobei ein aus Diamant bestehendes Detektorelement (11) zwischen plattenförmigen Elementen angeordnet ist, und eine Kontaktierung von Elektroden (12, 13) des Detektorelements (11) wenigstens teilweise durch Federelemente (17) gebildet ist.

20

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (17) von einer insbesondere vergoldeten Beryllium-Feder gebildet ist.

25

16. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 sowie einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15 zum Nachweis von Teilchen in Teilchenbeschleunigern, in Reaktoranlagen, in Diagnoseeinrichtungen, wie beispielsweise Röntgeneinrichtungen, CT-Einrichtungen oder dgl.

30

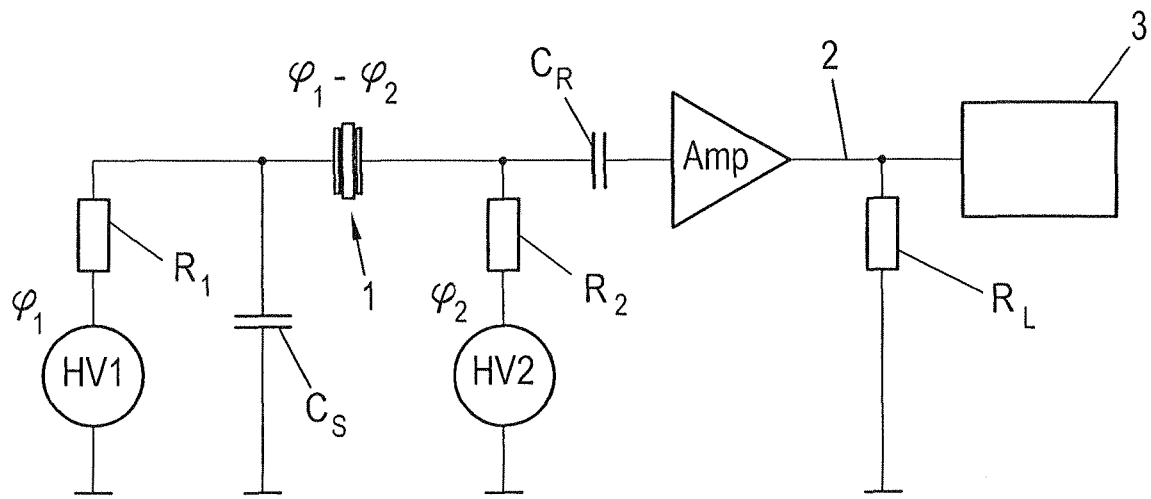


Fig. 1

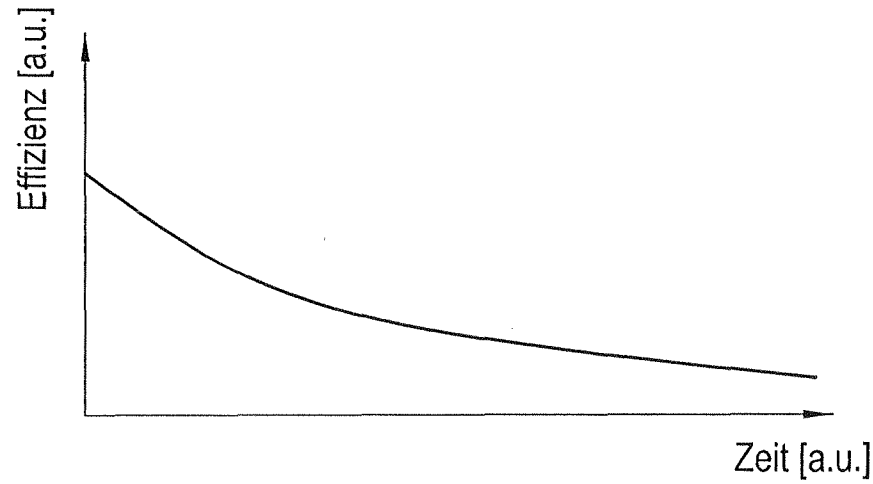


Fig. 2

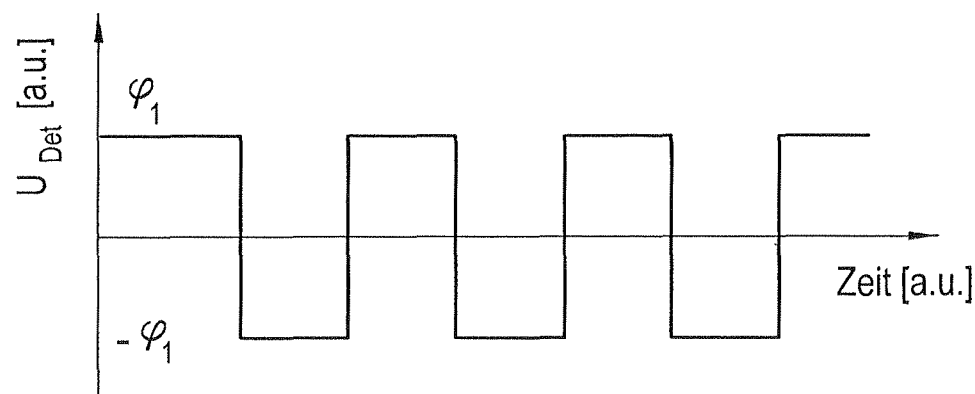


Fig. 3

2/3

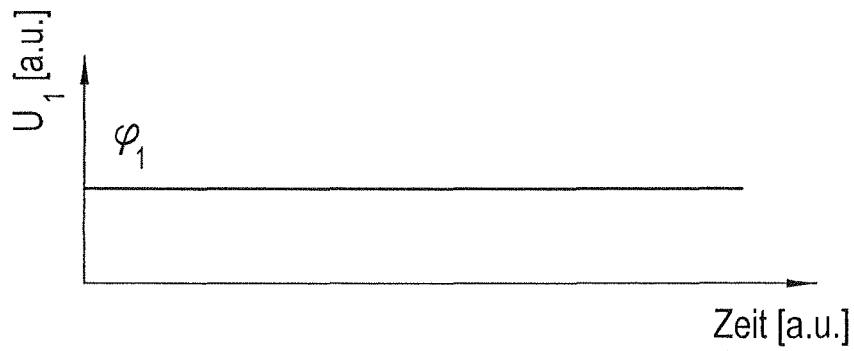


Fig. 4a

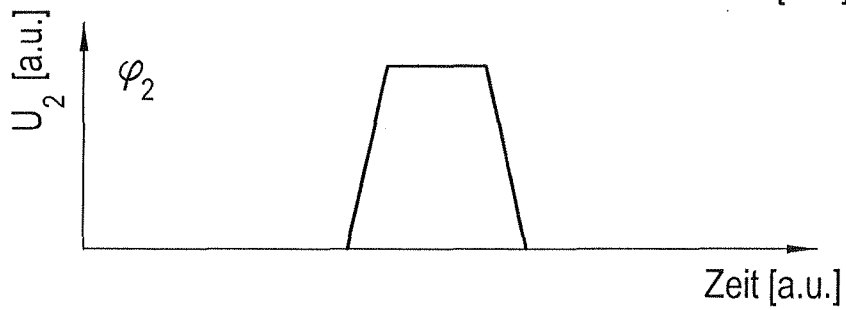


Fig. 4b

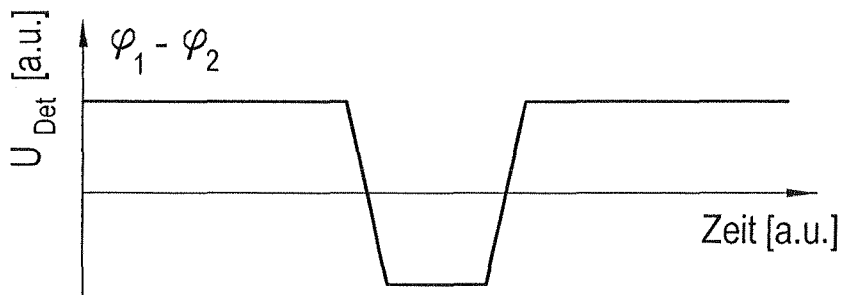


Fig. 4c

Fig. 4

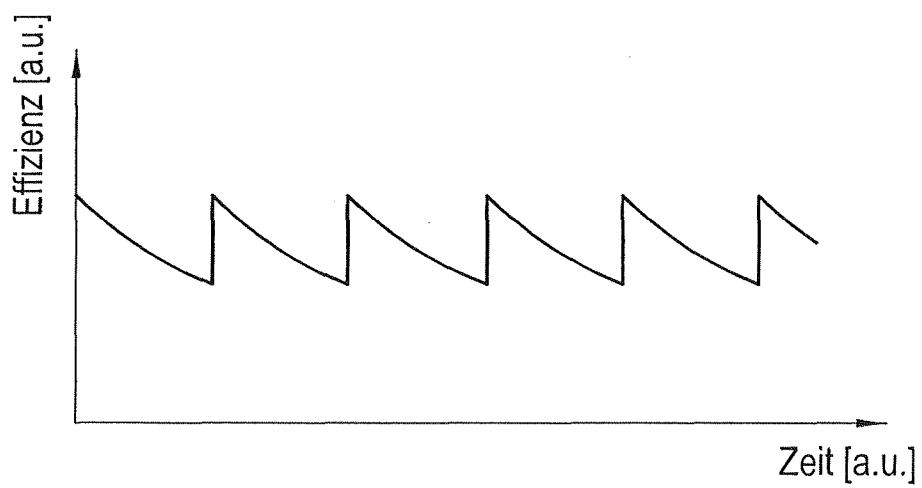


Fig. 5

3/3

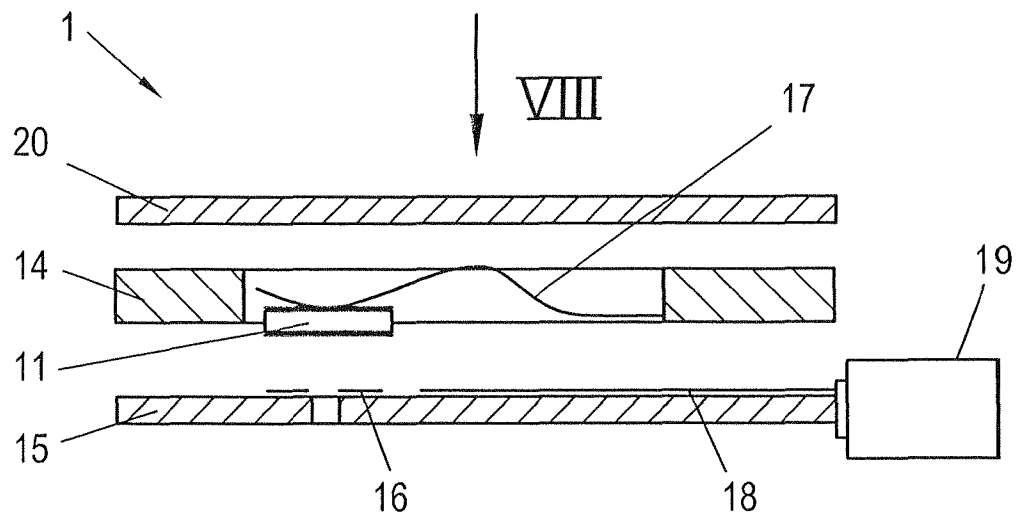


Fig. 6

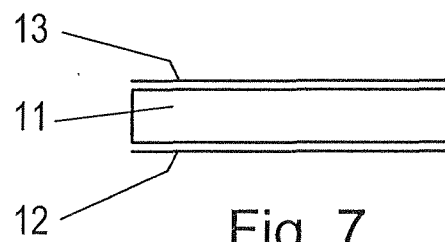


Fig. 7

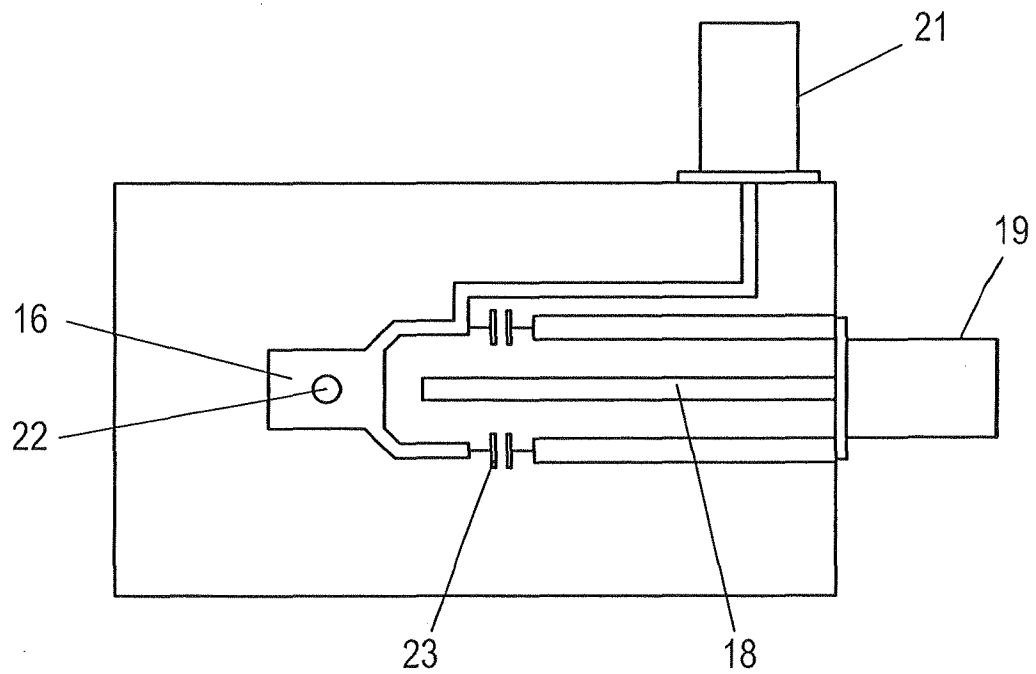


Fig. 8