

(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
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/175324 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01G 4/12 (2006.01) **H01G 7/06** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060537

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Juni 2012 (04.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
11170576.0 20. Juni 2011 (20.06.2011) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT
DARMSTADT** [DE/DE]; Karolinenplatz 5, 64283
Darmstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **JAKOBY, Rolf**
[DE/DE]; Brunnenstr. 31a, 61191 Rosbach (DE). **KLEIN,
Andreas** [DE/DE]; Klappacher Str. 118, 64285 Darmstadt
(DE). **SCHAFRANEK, Robert** [DE/DE]; Hoffmannstr.
32, 64285 Darmstadt (DE). **SHUNYI, Li** [DE/DE];
Bismarckstr. 70, 64293 Darmstadt (DE). **ZENG, Yuliang**
[CN/DE]; Gutfenbrunnstr. 5, 64347 Griesheim (DE).

(74) Anwalt: **STUMPF, Peter**; TransMIT GmbH, Kerkrader
Str. 3, 35394 Gießen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CAPACITOR FOR PASSIVE RADIO-FREQUENCY COMPONENTS

(54) Bezeichnung : KONDENSATOR FÜR PASSIVE HOCHFREQUENZ-KOMPONENTEN

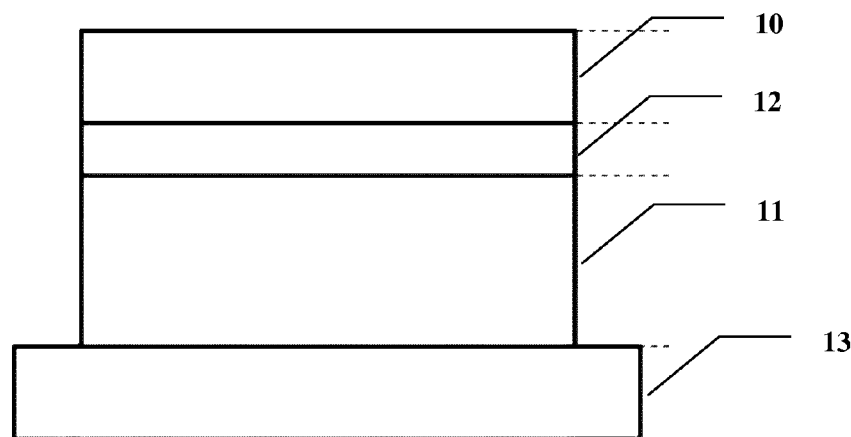


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a programmable, non-volatile, bistable capacitor for the radio-frequency range. The capacitor can be used as a varactor (tuneable capacitor) or as a storage element, in particular in RF communication systems, for example as controllable microwave components and as RF memories, for example in Radio Frequency Identification (RFID) tags for storing the ID number or for storing the operating frequency in oscillators. The capacitor has at least one layer having a material with a high tuneable relative permittivity (tuneable layer 11) combined with at least one layer of a material with a large energy band gap (barrier layer 12) and at least two electrodes (10, 13).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen programmierbaren, nicht-flüchtigen, bi-stabilen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/175324 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Kondensator für den Hochfrequenzbereich. Der Kondensator kann als Varaktor (abstimmbarer Kondensator) oder als Speicherelement verwendet werden, insbesondere in HF-Kommunikationssystemen beispielsweise als steuerbare Mikrowellenkomponenten und als HF-Speicher beispielsweise in Radio Frequency Identification (RFID) Tags zur Speicherung der I D-Nummer oder zur Speicherung der Betriebsfrequenz in Oszillatoren. Der Kondensator weist mindestens eine Schicht mit einem Material mit einer hohen abstimmbaren relativen Permittivität (abstimmbare Schicht 11) kombiniert mit mindestens einer Schicht eines Materials mit einer großen Energiebandlücke (Barrierschicht 12) und mindestens zwei Elektroden (10, 13) auf.

Kondensator für passive Hochfrequenz-Komponenten

Die Erfindung betrifft einen programmierbaren, nicht-flüchtigen, bi-stabilen Kondensator für den Hochfrequenzbereich. Der Kondensator kann als Varaktor (abstimmbarer Kondensator) oder als Speicherelement verwendet werden, insbesondere in HF-Kommunikationssystemen beispielsweise als steuerbare Mikrowellenkomponenten und als HF-Speicher beispielsweise in Radio Frequency Identification (RFID) Tags zur Speicherung der ID-Nummer oder zur Speicherung der Betriebsfrequenz in Oszillatoren. Der Kondensator weist mindestens eine Schicht mit einem Material mit einer hohen abstimmbaren relativen Permittivität (abstimbare Schicht 11) kombiniert mit mindestens einer Schicht eines Materials mit einer großen Energiebandlücke (Barrierschicht 12) und mindestens zwei Elektroden (10, 13) auf.

Beschreibung

Stand der Technik

Die Entwicklung moderner Halbleitertechnologien erhöht kontinuierlich die Anforderungen an Materialien, Systeme und Prozesstechniken. Beispiele sind dies immer höhere Integrierbarkeit und Multifunktionalität für Kommunikationssysteme, und eine höhere Dichte und Stabilität für dynamische Speicher.

Im Stand der Technik sind verschiedene Arten von Varaktoren und Speicherelementen bekannt, die als Festkörperschaltkreise ausgeführt sind:

Beim Betrieb in Sperrrichtung variiert eine Diode die Dicke der Verarmungszone entsprechend der angelegten Spannung. Da die Kapazität umgekehrt proportional zur Dicke der Verarmungszone ist wird diese durch die angelegte Spannung gesteuert. Dioden weisen keine Funktion der Informationsspeicherung auf. In Speichersystemen mit Dioden sind alle nicht-flüchtigen Speicherfunktionen durch externe Schaltungen realisiert, welche die spezifischen Betriebsspannungen als vorgegebene Werte von zusätzlichen Speichern oder durch Echtzeit-Berechnung ermitteln.

(Ba,Sr)TiO₃ (BST)-Dünnschichtkondensatoren für Anwendungen in der Hochfrequenztechnik besitzen in der Regel eine MIM-Struktur (Metall/Isolator/Metall), die als zwei entgegengesetzt geschaltete Schottky-Dioden betrachtet werden können. Eine relativ kleine Barrierenhöhe verursacht eine erhöhte Elektronen-Injektion. Der resultierende Leckstrom führt zu hohen dielektrischen Verlusten und kurzen Lebensdauern.

Die Kapazitäten von Varaktoren (abstimbaren Kondensatoren) bestehend aus paraelektrischen Materialien können durch externe elektrische Felder aktiv abgestimmt werden. Grundlage hierfür ist die (nichtlineare) Abhängigkeit der

induzierten Polarisierung des paraelektrischen Materials von elektrischen Feldern.

Die relative Permittivität (Dielektrizitätskonstante) ϵ_r solcher Materialien, die die Ableitung der Polarisierung P in Bezug auf die elektrische Feldstärke E ist, zeigt symmetrische Eigenschaften und sinkt, wenn das angelegte elektrische Feld erhöht wird, wie in Fig. 1 a und Fig. 1 c dargestellt. Beim Betrieb über ihrer Curie-Temperatur, im paraelektrischen Bereich des Materials, ist die verbleibende Hysterese vernachlässigbar. Diese Variablen benötigen externe Bauelemente um den jeweiligen Betriebspunkt zu speichern.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin ferroelektrische Materialien anstelle des paraelektrischen Materials bei Betriebstemperaturen zu verwenden, bei denen die elektrischen Dipole spontane Polarisierungen bilden. Durch Anlegen eines externen elektrischen Feldes, richtet sich die Polarisierung der Dipole tendenziell entsprechend dem elektrischen Feld aus und behält diese Ausrichtung zum Teil bei auch nach Abschalten des elektrischen Feldes. Dadurch ist eine kapazitive Hysterese vorhanden, wie in Fig. 1 b und Fig. 1 d dargestellt. Durch die Erfassung der tatsächlichen Kapazität, wird der programmierte Wert aus der Polarisierung ausgelesen ohne zusätzliche Schaltungselemente.

Unter den verschiedenen Speichertechnologien bekamen ferroelektrische Speicher, unter anderem FeRAM (engl. ferroelectric random access memory), in der letzten Zeit eine besondere Beachtung als einer der zukünftigen nicht-flüchtigen Speicher, da FeRAMs, im Vergleich mit anderen konventionellen nicht-flüchtigen Technologien, schneller, robuster und kompakter sind. Die ferroelektrischen Speicher basieren auf der spontanen Polarisierung ferroelektrischer Dünnschichten, die phänomenologisch als eine Hysterese in der CV (capacitance-voltage)- sowie PV (polarisation-voltage)-Kennlinie erscheint. Durch die Hysterese können zwei unterscheidbare logische Zustände anhand der Richtung der Polarisierung und der darauffolgenden Schaltladung definiert werden, welche als die grundlegende Voraussetzung für die Anwendung als Speichervorrichtung dient.

Einer der Nachteile von ferroelektrischen Speichern ist die relativ aufwändige Schaltungsstruktur, die eine Kombination von einem oder mehreren Transistoren und Kondensatoren umfasst. Die gespeicherte Information, das heißt, die Ladung der Polarisierung, wird durch die Lesespannung gelöscht und muss nach dem Lesevorgang erneuert werden. Außerdem weisen die Materialien in der ferroelektrischen Phase einen höheren dielektrischen Verlust auf, besonders bei hohen Frequenzen, verursacht durch die Umpolung der Polarisierung und der Bewegung der ferroelektrischen Domänen. Diese Eigenschaft verhindert den Einsatz der Materialien in der ferroelektrischen Phase als Mikrowellenkomponente.

Keine dieser Möglichkeiten im Stand der Technik erlaubt eine Anwendung und Programmierbarkeit im Hochfrequenz-Bereich. Geringe Verluste sind eine wesentliche Voraussetzung für Hochfrequenz-Kondensatoren. Beim Betrieb nahe

oder unterhalb der Curie-Temperatur, zeigen ferroelektrischen Materialien stark frequenzabhängige Eigenschaften im Mikrowellenbereich. Für typische ferroelektrische Materialien wie $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$, reduziert sich die Permittivität um 50% zwischen 300 MHz und 3 GHz, während die dielektrischen Verluste um mehr als das 1,5-fache zunehmen. Dies führt zu hohen Verlusten im Mikrowellenbereich. Die fehlende eigene Speicher-Funktion in Dioden oder in Varaktoren, die auf paraelektrischen Materialien basieren, führen zu peripherer Komplexität. Zusätzlich weisen Dioden bei Betrieb im Sperrbereich hohe Verluste auf. Dies erhöht den Stromverbrauch und ist der limitierende Faktor in semi-passiven Komponenten, z.B. Backscatter RFID.

Aufgabe

Es ist Aufgabe der Erfindung einen passiven, abstimmbaren, programmierbaren, nicht-flüchtigen und bistabilen Kondensator für die Hochfrequenztechnik zur Anwendung als Varaktor oder als Speicherelement zur Verfügung zu stellen.

Lösung der Aufgabe

Die Erfindung betrifft einen programmierbaren, nicht-flüchtigen, bi-stabilen Kondensator für den Hochfrequenzbereich nach Anspruch 1. Der Kondensator kann als Varaktor (abstimmbarer Kondensator) oder als Speicherelement verwendet werden, insbesondere in HF-Kommunikationssystemen beispielsweise als steuerbare Mikrowellenkomponenten und HF-Speichern beispielsweise als Radio Frequency Identification (RFID) Tags zur Speicherung der ID-Nummer oder zur Speicherung der Betriebsfrequenz in Oszillatoren. Der Kondensator weist mindestens eine Schicht mit einem Material mit einer hohen abstimmbaren relativen Permittivität (abstimmbare Schicht 11) kombiniert mit mindestens einer Schicht eines Materials mit einer großen Energiebandlücke (Barriereschicht 12, 14) und mindestens zwei Elektroden (10, 13) auf.

Bi-Stabilität bedeutet, dass der Kondensator zwei logische Zustände aufweist, die nach der Entfernung der zuvor angelegten elektrischen Spannung verbleiben (d.h. sie sind nicht-flüchtig), und anschließend durch Anlegen einer Spannung umgeschaltet werden können (d.h. sie sind programmierbar).

Die abstimmbare Schicht 11 weist ein Material mit einer nicht-linearen relativen Permittivität auf, besonders bevorzugt eines der folgenden Materialien oder eine Kombination aus den folgenden Materialien: BaTiO_3 , SrTiO_3 , $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$, $(\text{Ba,Ca})\text{TiO}_3$, $\text{Ba}(\text{Ti,Zr})\text{O}_3$, $\text{Ba}(\text{Ti,Sn})\text{O}_3$ und weiteren Materialien mit nicht linearer relativer Permittivität.

Die Barriereschicht 12, 14 weist bevorzugt eines der folgenden Materialien auf SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , ZrO_2 , ZrSiO_4 , HfO_2 , HfSiO_4 , La_2O_3 , Y_2O_3 , MgO , CaO , SrO .

Der besonders bevorzugte Frequenzbereich für die Anwendung des erfindungsgemäßen Kondensators für den Hochfrequenzbereich startet bei unter 1 MHz und geht bis über 10 GHz.

Diese Erfindung kombiniert die Funktionen der paraelektrischen und ferroelektrischen Materialien und hat den Vorteil, dass die Verluste im Hochfrequenz-Bereich minimal gehalten werden können, wobei sich die Kapazität deutlich verändert entsprechend der unterschiedlichen Programmierungen. Weiterhin reduziert die hochohmige Barrierschicht 12, 14 den Leckstrom auf 0,1%. Dies ermöglicht Schaltungen mit sehr geringem Stromverbrauch.

Die Kombination von Materialien mit niedriger Permittivität wie z.B. Al_2O_3 und hoher Permittivität wie z.B. $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$ ermöglicht das Speichern von Ladungen an der BST/ Al_2O_3 -Grenzfläche und kann eine „künstliche“ Hysterese im paraelektrischen Material erzeugen, die sonst nur in ferroelektrischen Materialien zu sehen ist. Das Hystereseverhalten ist nicht mit einer Ferroelektrizität verknüpft, bietet aber eine ähnliche Bistabilität. Außerdem weisen die Kondensatoren, die auf paraelektrischem Material wie z.B. $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$ basieren, eine einfache Schaltungsstruktur sowie niedrige dielektrische Verluste auf, womit sie sich für die Anwendung als Mikrowellenkomponente eignen. Das bedeutet, dass durch diese Methode ein neues Element – ein bistabiler Kondensator – realisiert werden kann, der gleichzeitig Mikrowelleneigenschaften und Speichereigenschaften besitzt, welche mit nur paraelektrischen oder nur ferroelektrischen Materialien nicht realisiert werden kann.

Bei dem bistabilen Kondensator handelt es sich um einen passiven (d.h. geringer Energieverbrauch), programmierbaren und nicht flüchtigen Speicher. Dies bedeutet, dass die zwei logischen Zustände, in diesem Fall die unterschiedlich großen Kapazitäten, die der Kondensator bietet, nach der Entfernung der zuvor angelegten elektrischen Spannung verbleiben (d. h. sie sind nicht flüchtig) und anschließend durch Anlegen einer Spannung umgeschaltet werden können (d. h. sie sind programmierbar). Durch eine kleine Lesespannung kann der Zustand ausgelesen werden und der Lesevorgang wird die gespeicherte Information nicht löschen. Ein typisches Schaltverhalten eines solchen Kondensators ist in Fig. 5 gezeigt. Hierbei wird das Schaltverhalten mit Hilfe der zeitabhängigen Kapazitätsmessung charakterisiert.

Die Erfindung wird nun anhand von Zeichnungen näher beschrieben:

Fig. 2 zeigt einen ersten Schichtaufbau des erfindungsgemäßen Kondensators mit einem Schichtstapel bestehend aus einer ersten Elektrode 10, einer abstimmbaren Schicht 11, einer Barrierschicht 12 und einer zweiten Elektrode 13. Für die Elektroden 10 und 13 kann jedes leitende Material verwendet werden wie Metalle oder Halbleiter, beispielsweise Pt. Die abstimmbare Schicht 11 besteht aus Materialien mit einer hohen Permittivität (insbesondere > 100), die abhängig ist vom elektrischen Feld. Die Barrierschicht 12 besteht aus Materialien mit einer großen Energiebandlücke E_g (typischer Wert > 5 eV) und geringer Permittivität (< 50). Je

größer der Unterschied der Permittivitäten zwischen der Barrierschicht 12 und der abstimmbaren Schicht 11 ist, umso besser ist dies für die Funktion des Kondensators. Der Faktor zwischen den beiden Permittivitäten sollte bevorzugt größer als 10 sein. Fig. 3 zeigt das Schema eines Energieband Diagrammes eines Varaktors und das Prinzip der Ladungsträgerinjektion. Die Barrierschicht 12 bildet eine hohe Trennschicht zwischen der abstimmbaren Schicht 11 und einer der Elektroden 10, 13. Wenn keine Spannung angelegt ist, ist das Bauelement in einem so genannten "flat-band situation" wie in Fig. 3 a dargestellt. Wenn eine Spannung auf das Bauelement angelegt wird, wird abhängig von der Polarität der Spannung das Fermi-niveau der einen Elektrode 10 oder 13 erniedrigt in der andern Elektrode 13 oder 10 erhöht. Aufgrund der viel tieferen Permittivität der Barrierschicht 12 hat diese Schicht eine viel geringere Kapazität als die abstimmbare Schicht 11. Dadurch wird eine signifikante Spannung U auf die Sperrschicht 12 abfallen entsprechend der folgenden Gleichung:

$$U_{12} = UC_{11}/(C_{11}+C_{12}), \quad (1)$$

wobei U_{12} die Spannung an der Barrierschicht 12 ist und C_{11} und C_{12} sind die Kapazitäten der abstimmbaren Schicht 11 und der Barrierschicht 12. Wenn an die erste Elektrode 10 wie in Fig. 3 b gezeigt eine negative Spannung angelegt wird, wird das Fermi-niveau der ersten Elektrode 10 erhöht. Wenn die Spannung einen bestimmten Wert erreicht wird das Fermi-niveau der ersten Elektrode 10 nahe an oder sogar über das Minimum des Fermi-niveaus des Leitungsbandes der abstimmbaren Schicht 11 verschoben. Elektronen sind damit in der Lage in die dünne Barrierschicht 12 vorzudringen und einige Elektronen 16 werden in der Grenzfläche der abstimmbaren Schicht 11 und der Barrierschicht 12 nahe zum Leitungsband eingefangen. Dies gilt auch für Löcher 15 die durch die Barrierschicht 12 des Valenzbandes in die abstimmbare Schicht 11 zur oberen Elektrode 10 dringen. In diesem Fall ist die Grenzfläche der abstimmbaren Schicht 11 und der Barrierschicht 12 negativ geladen durch die eingefangenen Elektronen 16. Der umgekehrte Fall ist in Fig. 3 c dargestellt, wo an die erste Elektrode 10 eine positive Spannung angelegt ist. In diesem Fall sind die meisten der eingefangenen Elektronen 16 von der Grenzfläche entfernt und die Löcher 15 sind dort eingefangen, so dass der Grenzfläche positiv geladen ist.

Die Barrierschicht weist bevorzugt eine Dicke von 5-10 nm auf. Die besonders bevorzugte Struktur ist die Pt/BST/ Al_2O_3 /Pt.

Fig. 4 zeigt das Prinzip der kapazitiven Spannungshysterese (capacitance-voltage (CV)) des Bauteils nach Fig. 2. Wenn eine geringe negative Spannung an der ersten Elektrode 10 angelegt wird (Fig. 4b), wird eine kleine Anzahl von Elektronen von der oberen Elektrode injiziert und durch die Barrierschicht 12 in der Grenzschicht eingefangen. Wenn eine höhere Spannung an der ersten Elektrode 10 angelegt wird (point b / Fig. 4c), werden viele Elektronen in der Grenzschicht nach der Barrierschicht 12 eingefangen. Wird die negative Spannung erniedrigt (Fig. 4 c), ist immer noch eine große Anzahl von Elektronen eingefangen solange die Polarität der

Spannung sich nicht ändert. Auch wenn das gleiche externe elektrische Feld E (Spannung U /Dicke d) an das Bauteil angelegt wird in Fig. 4b und 4d werden im Fall von Fig. 4d mehr Elektronen eingefangen, welches das interne Feld in der abstimmbaren Schicht 11 erhöht ($E_3 > E_1$). Dieses vergrößerte elektrische Feld führt zu einer Reduktion der Kapazität und bildet eine Hysterese. Wenn sich die Polarität der Spannung an der ersten Elektrode 10 ändert und diese eine positive Spannung erhält werden die meisten eingefangene Elektronen wieder von den Fallen in der Grenzschicht entfernt und Löcher werden injiziert und übernehmen den Platz der Elektronen. Die zwei gespiegelten CV-Kennlinien bilden dann eine symmetrische Hysterese.

Fig. 5 beschreibt die Lese-Schreib-Funktion der Bauteile nach Fig. 2. Der Betrieb des bistabilen Kondensators besteht aus einem Schreibvorgang und einem Lesevorgang, die zwei unterschiedlich großen Spannungen entsprechen. Für die Lese-Funktion wird eine Lesespannung U_R , welche zwischen 0 V und der Polarisationsspannung U_P gewählt werden kann, am Bauteil angelegt und die zugehörige Kapazität C_1 oder C_2 kann ausgelesen werden, welche von der vorhergehenden CV Hysterese abhängig ist. Die Polarisationsspannung U_P ist die Spannung, die benötigt wird um die Polarität der geladenen Grenzschicht zwischen der abstimmbaren Schicht 11 und der Barriereschicht 12 zu verändern. Bei der Polarisationsspannung U_P ist das interne elektrische Feld kompensiert durch das externe elektrische Feld und dadurch erreicht die Kapazität des Bauelementes ihren maximalen Wert. Die Differenz zwischen C_1 oder C_2 verschwindet bei einer Spannung von 0 V und erreicht ein Maximum bei U_P . Im Prinzip kann die Lesespannung U_R beliebig auf einen Wert zwischen 0 und U_P gesetzt werden. Aber um einen größeren Unterschied der Lesewerte zu erreichen wird ein U_R nahe der Polarisationsspannung U_P bevorzugt.

Für die Schreiboperation wird eine Schreibspannung U_W angelegt. Die Schreibspannung U_W muss grösser als die Spannung U_P sein, bei der die Flachband-Situation (flat-band situation) und die maximale Kapazität in der abstimmbaren Schicht 11 erreicht wird, womit eine hinreichend hohe Ladungsträgerinjektion gestattet werden kann. Je grösser U_W ist, desto grösser und stabiler ist die gespeicherte Ladung an der Grenzfläche. Dabei spielt wiederum die Feldstärke die entscheidende Rolle und eine Reduzierung der Schreibspannung U_W ist durch die Reduzierung der Schichtdicke d der abstimmbaren Schicht 11 möglich, auch ohne auf die Stabilität der Ladung verzichten zu müssen.

Da die Hysterese symmetrisch ist, kann die Polarität von U_W und U_R beliebig korreliert werden. Fig. 5 zeigt den Fall bei dem beispielsweise eine positive Lesespannung von $U_R = 2$ V gewählt wurde. Die Programmierung des Bauteils erfolgt mit einem kurzen Spannungspuls von U_W . Wenn z.B. eine Schreibspannung von 15V angelegt ist, befindet sich die CV-Kennlinie auf der unteren Kurve (durchgezogene Linie der Hysterese in Fig. 5) und der Kondensator

weist bei z.B. 2V eine niedrige Kapazität auf, die als binär „0“ definiert werden kann. Um den Zustand der Kapazität umzukehren wird entsprechend eine Schreibspannung von z.B. -15V angelegt. Der Kondensator weist dann bei z.B. 2V eine hohe Kapazität auf, die als binär „1“ definiert werden kann. Die Definition der binären Zustände „0“ und „1“ ist auch umkehrbar und hängt von der Schaltung der endgültigen Vorrichtung ab.

Bei der zeitabhängigen Kapazitätsmessung in Fig. 5 (rechts) ist zu erkennen, dass die zwei Zustände der Kapazität nach der Entfernung von U_W beim kontinuierlichen Auslesen erhalten bleiben und die Programmierung mehrmals wiederholt werden kann. Durch die anliegende Lesespannung ist eine leichte Abnahme, insbesondere bei der hohen Kapazität, zu sehen.

Für die Schreiboperation wird eine Schreibspannung U_W angelegt, wobei diese Spannung größer sein muss als die Polarisationsspannung U_P . Die Polarität der geladenen Grenzschicht wird verändert und die CV Hysterese verläuft entlang der durchgezogenen Linie in Fig. 5. In diesem Fall ist die logische „1“ (oder „0“), welche mit der Kapazität C_1 korrespondiert, in dem Bauteil gespeichert, abhängig von der Schaltung. Um den gespeicherten Zustand zu löschen wird eine negative Spannung $-U_W$ angelegt und die CV Hysterese läuft entlang der gestrichelten Linie in Fig. 5 zurück. In diesem Fall wird eine logische „0“ (oder „1“) in das Bauteil geschrieben, welche mit der größeren Kapazität C_2 korrespondiert.

Da die CV Hysterese des Bauteils symmetrisch ist, verlaufen die Lese-Schreib-Funktionen genauso, wenn die umgekehrten Betriebsspannungen verwendet werden.

Die Verteilung des elektrischen Feldes in dem Schichtstapel kann mit folgender Gleichung ausgedrückt werden:

$$\varepsilon_{11}E_{11} + \sigma = \varepsilon_{12}E_{12} \quad (2)$$

sowie

$$U = E_{11}d_{11} + E_{12}d_{12} \quad (3)$$

wobei σ die Flächendichte der gespeicherten Ladung an der Grenzfläche von der abstimmbaren Schicht 11 und der Barrierschicht 12 ist. ε_{11} und ε_{12} sind die Permittivitäten der abstimmbaren Schicht 11 bzw. der Barrierschicht 12. E_{11} und E_{12} sind die elektrische Feldstärken in der abstimmbaren Schicht 11 bzw. der Barrierschicht 12. U ist die gesamte angelegte Spannung. d_{11} und d_{12} sind die Dicke der abstimmbaren Schicht 11 bzw. der Barrierschicht 12.

Durch obige Gleichungen ergibt sich die Feldstärke in der jeweiligen Schicht wie folgt

$$E_{11} = (U - d_{12} \sigma / \varepsilon_{12}) / (d_{11} + d_{12} \varepsilon_{11} / \varepsilon_{12}) \quad (4)$$

$$E_{12} = (\varepsilon_{11} E_{11} + \sigma) / \varepsilon_{12} \quad (5)$$

Die Größe der Hysterese hängt von der Polarisationsspannung U_P ab, bei der das elektrische Feld in der abstimmbaren Schicht 11 gleich null ist ($E_{11}=0$). Daraus ergibt sich

$$U_P = d_{12} \sigma / \varepsilon_{12} \quad (6)$$

Wobei die Polarisationsspannung $U=U_P$ der Spannung entspricht, bei der die maximale Kapazität auftritt. Die maximal auftretende Kapazität hängt stark von der Dicke der Barrierschicht 12 (d_{12}) ab. Das heißt, wenn die abstimmbare Schicht 11 die gleiche Dicke hat, fällt umso mehr Spannung an die Barrierschicht 12 ab umso dicker die Barrierschicht 12 ist. Die Spannung, die an der abstimmbaren Schicht 11 abfällt ist geringer. Dies erfordert eine höhere Polarisationsspannung U_P um das interne elektrische Feld in der abstimmbaren Schicht 11 zu kompensieren, welche durch die geladene Grenzschicht generiert wurde um die Flachband-Situation (flat-band situation) zu erreichen. Dies ermöglicht es die Größe der CV Hysterese-Schleife durch Veränderung der Dicke der Barrierschicht 12 zu verändern.

Fig. 6 zeigt eine zweite Struktur der Erfindung. Diese Struktur hat das gleiche Funktionsprinzip wie die erste Struktur, die in Fig. 2 gezeigt ist, außer dass sich die Barrierschicht 12 zwischen der abstimmbaren Schicht 11 und der zweiten Elektrode 13 befindet.

Fig. 7 zeigt eine dritte Struktur der Erfindung. Diese Struktur besteht aus einer abstimmbaren Schicht 11, welche zwischen zwei Barrierschichten 12, 14 angeordnet ist und zwei Elektroden 10 und 13. Im Vergleich mit der ersten Struktur, gezeigt in Fig. 2, hat dieser Aufbau sowohl das gleiche Prinzip für die Ladungsinjektion und Formation der CV Hysterese als auch für die Lese- und Schreib-Funktion. Diese Struktur besitzt zwei Grenzschichten zwischen der abstimmbaren Schicht 11 und den Barrierschichten 12, 14, welche die Dichte der Fallen für die injizierten Ladungen und damit das interne elektrische Feld in der abstimmbaren Schicht 11 bestimmen. Als Ergebnis kann die kapazitive Differenz zwischen den zwei logischen Zuständen $C1$ und $C2$ wie in Fig. 5 gezeigt erhöht werden.

Basierend auf den bistabilen Kondensatoren können passive programmierbare Hochfrequenz-Bauteile zur Radiofrequenz-Identifizierung (engl. radio frequency identification, Abk. RFID) realisiert werden. Hierzu werden zwei exemplarische Schaltungen und die entsprechenden Funktionsprinzipien vorgestellt.

Wie in Fig. 8 dargestellt, besteht die erste Schaltung aus bistabilen Kondensatoren B_1 bis B_n und Mikrowellenresonatoren R_1 bis R_n , verbunden mit einer Antenne (ANT) am Eingang. Jeder Resonator arbeitet bei einer einzelnen Frequenz. Die Kodierung der ersten Schaltung erfolgt in einer Frequenzdomäne.

Wenn die Schaltung durch das externe Lesegerät bei Hochfrequenz in einer Bandbreite zwischen den Frequenzen f_1 und f_n angefragt wird, streuen die Resonatoren das Signal in ihre einzelnen Frequenzen zurück, wie die Peaks in durchgezogenen Linien in Fig. 8 zeigen. Diese rückgestreuten Signale werden dann extern detektiert. Die einzelnen Frequenzen f_1 und f_n stellen die ID-Codes von Bit 1 bis Bit n des RFID-Tags dar. Wenn die bistabilen Kondensatoren B_1 bis B_n durch die Schreib-Schnittstellen (engl. word lines) W_1 bis W_n geschrieben werden, werden die Kapazitäten zwischen den zwei Zuständen geschaltet. Da die Resonatoren parallel miteinander verbunden sind, führen die Kapazitäten der Kondensatoren zu einem Spektrum mit einzelnen Verschiebungen der Resonanzfrequenzen, wie die Peaks in gestrichelten Linien zeigen. Wenn die Kondensatoren unterschiedlich eingestellt sind, stellen die spektralen Lagen der Resonanzfrequenzen eine Folge von binären Zuständen „0“ und „1“ dar und der RFID-Tag wird dadurch programmiert.

Wie in Fig. 9 dargestellt, werden in der zweiten Schaltung Übertragungsleitungen TL_1 bis TL_n zwischen den Kondensator-geladenen Resonatoren eingeführt. Die Kodierung dieser Schaltung arbeitet im Zeitbereich. Die Schaltung wird auf einer einzigen Frequenz f vom externen Lesegerät angefragt und die rückgestreuten Signale werden in der zeitlichen Abfolge gemessen. Wenn ein Impuls bei der Frequenz f von der Antenne empfangen wird, breitet er sich durch TL_1 bis TL_n fortlaufend aus. Zugleich streut der Impuls bei jedem Kondensator-geladenen Resonator je nach seiner Impedanz zurück. Wie die durchgezogenen Linien im Kodierungsschema in Fig. 9 zeigen, werden die Rückstreuungen der Impulse zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_1 bis t_n empfangen, welche die ID-Codes Bit 1 bis Bit n darstellen. Wenn die Kondensatoren B_1 bis B_n durch die Schreib-Schnittstellen W_1 bis W_n geschrieben werden, werden die Kapazitäten zwischen den zwei Zuständen geschaltet. Bei der Frequenz f verändert sich an jedem Resonator die Phasenverschiebung der reflektierten Impulse durch die veränderte Kapazität, wie die gestrichelten Linien zeigen. Wenn die Kondensatoren unterschiedlich eingestellt sind, stellen in diesem Fall statt Resonanzfrequenzen die Phasenverschiebungen eine Folge von binären Zuständen „0“ und „1“ dar und der RFID-Tag ist dadurch programmiert.

Bezugszeichenliste

10 erste Elektrode

11 abstimmbare Schicht

5 12 erste Barrierschicht

13 zweite Elektrode

14 zweite Barrierschicht

15 Elektronen

16 Löcher

10

Zeichnungen:

Fig. 1 zeigt die Anhängigkeit der induzierten Polarisierung und der relativen Permittivität vom elektrischen Feld für paraelektrisches und ferroelektrisches Material

15 Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem ersten Schichtaufbau der Erfindung

Fig. 3 zeigt ein schematisches Energiebanddiagramm zur ersten Struktur nach Fig. 2 unter Flachband Situation, in Sperr- und Durchlassrichtung. Diese Kurve zeigt die prinzipielle Ladungsinjektion an der Grenzschicht der Elektrode 10 und der abstimmbaren Schicht 12. Punkte und Kreise zeigen Elektronen 15 bzw. Löcher 16.

20 Fig. 4 zeigt die Formation der kapazitiven Spannungshysterese durch die Ladungsträgerinjektion und eingefangene Ladungen an der Grenzschicht zur abstimmbaren Schicht 11 und zur Barrierschicht 12, entsprechend der ersten Struktur wie in Fig. 2 gezeigt.

25 Fig. 5 zeigt das Prinzip der Lese-/Schreib-Funktion.

Fig. 6 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel.

Fig. 7 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel.

Fig. 8 zeigt eine exemplarische Schaltung und das Kodierungsschema für die Anwendungen der bistabilen BST-Kondensatoren als RFID-Tags in der

Frequenzdomäne. R_n , B_n und W_n deuten die Widerstände, bistabile Kondensatoren und Schreib-Schnittstellen (engl. word lines) an.

Fig. 9 zeigt eine exemplarische Schaltung und das Kodierungsschema für die Anwendungen der bistabilen BST-Kondensatoren als RFID-Tags in der Zeitdomäne.

- 5 R_n , B_n und W_n deuten die Widerstände, bistabile Kondensatoren und Schreib-Schnittstellen (engl. word lines) an.

Abkürzungen:

	P	Polarisation
	ϵ_r	relative Permittivität (oder Dielektrizitätskonstante)
10	E	elektrische Feldstärke
	U	elektrische Spannung
	U_R	Lesespannung
	U_W	Schreibspannung
	U_P	Polarisationsspannung
15	σ	Flächendichte der Ladung
	d	Dicke
	R_n	Widerstände
	B_n	bistabilen Kondensatoren
	W_n	Schreib-Schnittstellen
20	TL_n	Übertragungsleitungen

Ansprüche

- 5 1. Ein Kondensator, dadurch gekennzeichnet dass der Kondensator mindestens eine Schicht eines Materials mit einer hohen abstimmbaren relativen Permittivität (abstimbare Schicht (11)) und mindestens einer zweiten Schicht eines Materials mit einer großen Energiebandlücke (Barrierschicht (12)) aufweist welche beide zwischen den Elektroden (10, 13) des Kondensators angeordnet sind.
- 10 2. Ein Kondensator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass die abstimbare Schicht (11) ein Material mit einer nicht-linearen relativen Permittivität aufweist.
- 15 3. Ein Kondensator nach einem der Ansprüche 1 und 2 dadurch gekennzeichnet dass die abstimbare Schicht (11) eines der folgenden Materialien aufweist oder eine Kombination aus den folgenden Materialien: BaTiO_3 , SrTiO_3 , $(\text{Ba},\text{Sr})\text{TiO}_3$, $(\text{Ba},\text{Ca})\text{TiO}_3$, $\text{Ba}(\text{Ti},\text{Zr})\text{O}_3$, $\text{Ba}(\text{Ti},\text{Sn})\text{O}_3$ und weiteren Materialien mit nicht linearer relativer Permittivität.
- 20 4. Ein Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet dass die Barrierschicht (12) eines der folgenden Materialien aufweist: SiO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , ZrO_2 , ZrSiO_4 , HfO_2 , HfSiO_4 , La_2O_3 , Y_2O_3 , MgO , CaO , SrO .
- 25 5. Ein Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator folgenden Schichtaufbau aufweist:
 - I. Eine erste Elektrode (10)
 - II. Eine abstimbare Schicht (11) mit einer hohen relativen Permittivität, die durch ein elektrisches Feld abgestimmt werden kann
 - 30 III. Eine Barrierschicht (12) auf der abstimbaren Schicht (11), mit einer relativen Permittivität, die niedriger ist als die relative Permittivität der abstimbaren Schicht (11)
 - IV. Eine zweite Elektrode (13) auf der Barrierschicht (12)
- 35 6. Ein Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator folgenden Schichtaufbau aufweist:
 - I. Eine erste Elektrode (10)
 - II. Eine Barrierschicht (12)
 - III. Eine abstimbare Schicht (11) mit einer relativen Permittivität, die größer ist als die der Barrierschicht (12) und durch ein elektrisches Feld abstimmbar ist
 - 40 IV. Eine zweite Elektrode (13) auf der abstimbaren Schicht (11)
- 45 7. Ein Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator folgenden Schichtaufbau aufweist:
 - I. Eine erste Elektrode (10)

- II. Eine Barrierschicht (12) mit einer ersten relativen Permittivität
- III. Eine abstimmbare Schicht (11) mit einer zweiten relativen Permittivität, die größer ist als die der Barrierschicht (12) und durch ein elektrisches Feld abstimmbare ist
- 5 IV. Eine weitere Barrierschicht (14) mit einer dritten relativen Permittivität die geringer ist als die zweite relative Permittivität der abstimmbaren Schicht (11)
- V. Eine zweite Elektrode (13) auf der Barrierschicht (14)
- 8. Eine Speichervorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens einen Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist.
- 10 9. Ein Varaktor dadurch gekennzeichnet, dass dieser mindestens einen Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist.
- 15 10. Ein programmierbarer passiver RFID-Tag mit Codierung im Frequenzbereich, aufweisend eine Antenne, mindestens einen Mikrowellen-Resonator und mindestens einen Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
- 20 11. Ein programmierbarer passiver RFID-Tag mit Codierung im Zeitbereich, aufweisend eine Antenne, mindestens einen Mikrowellen-Resonator und mindestens einen Kondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Zeichnungen

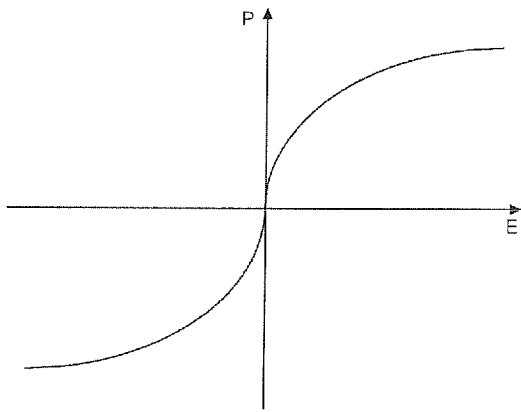


Fig. 1 a

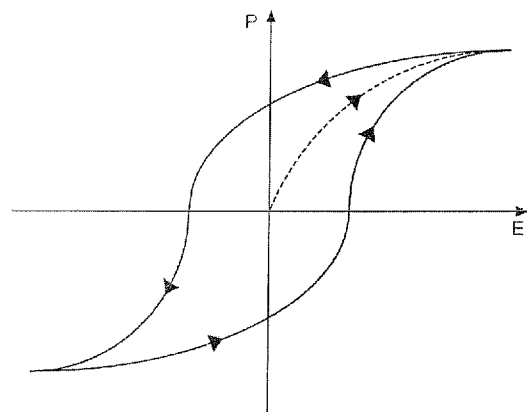


Fig. 1 b

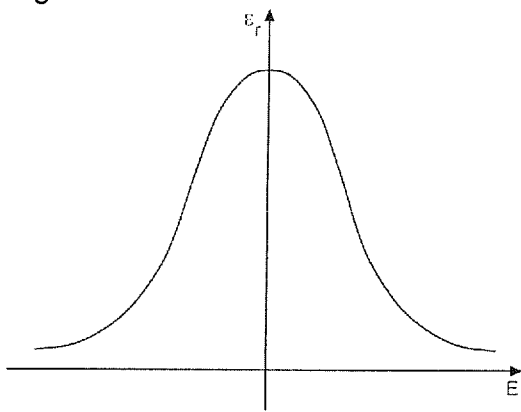


Fig. 1 c

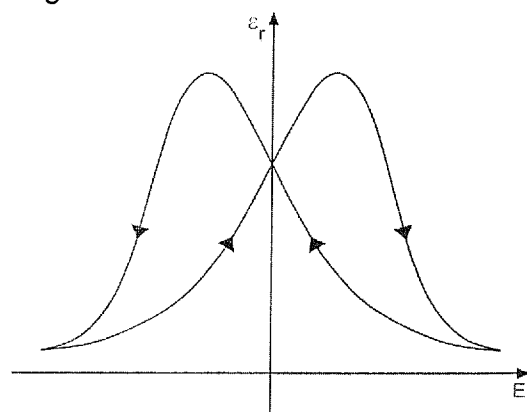


Fig. 1 d

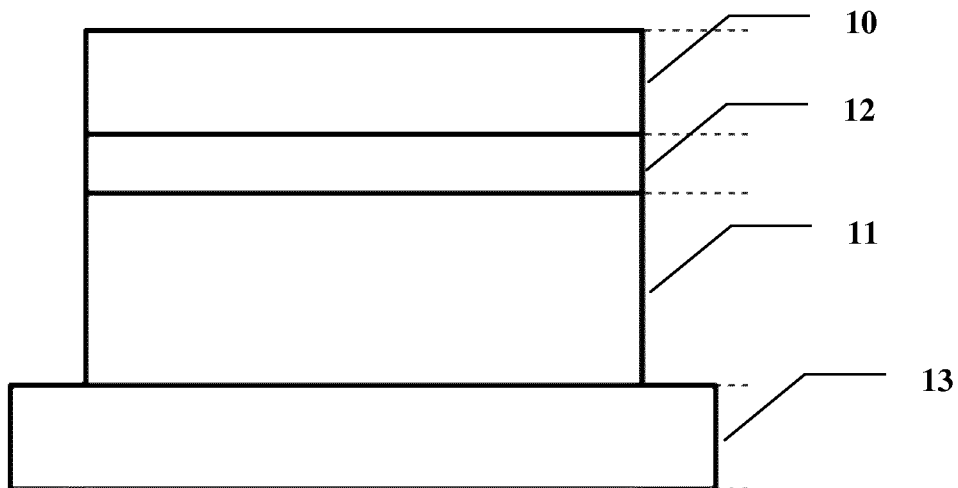
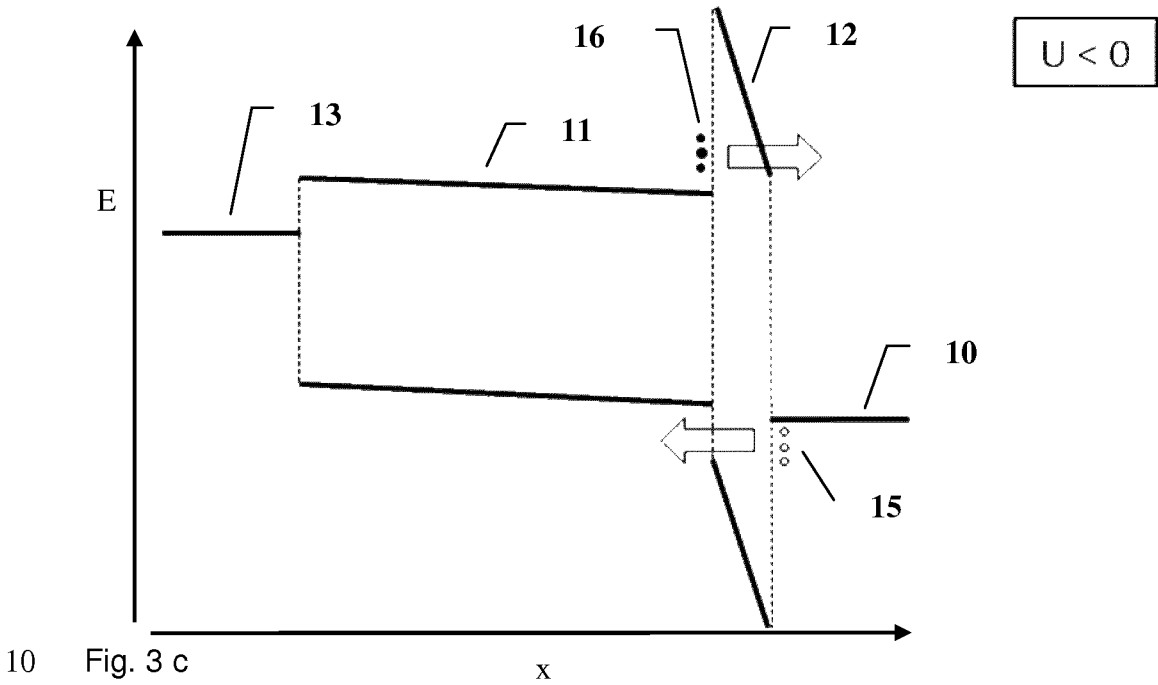
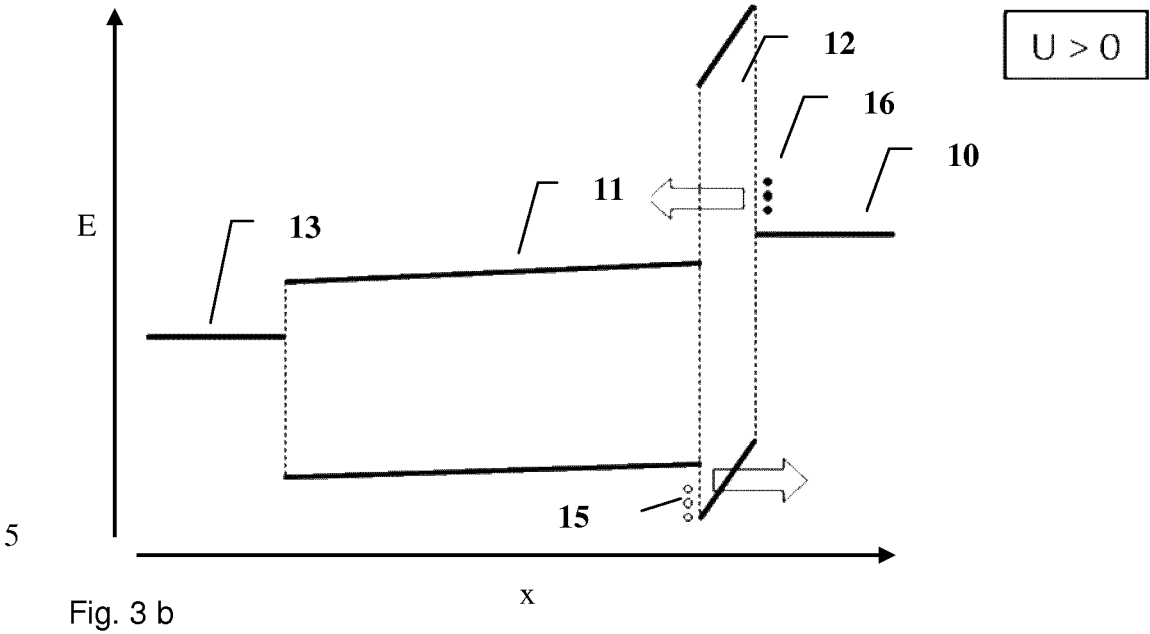
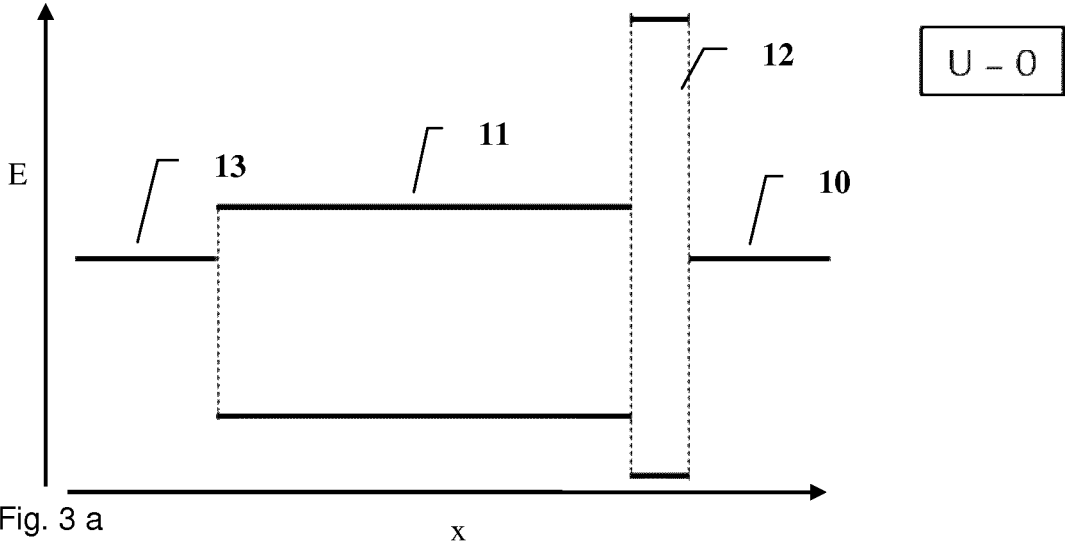


Fig. 2



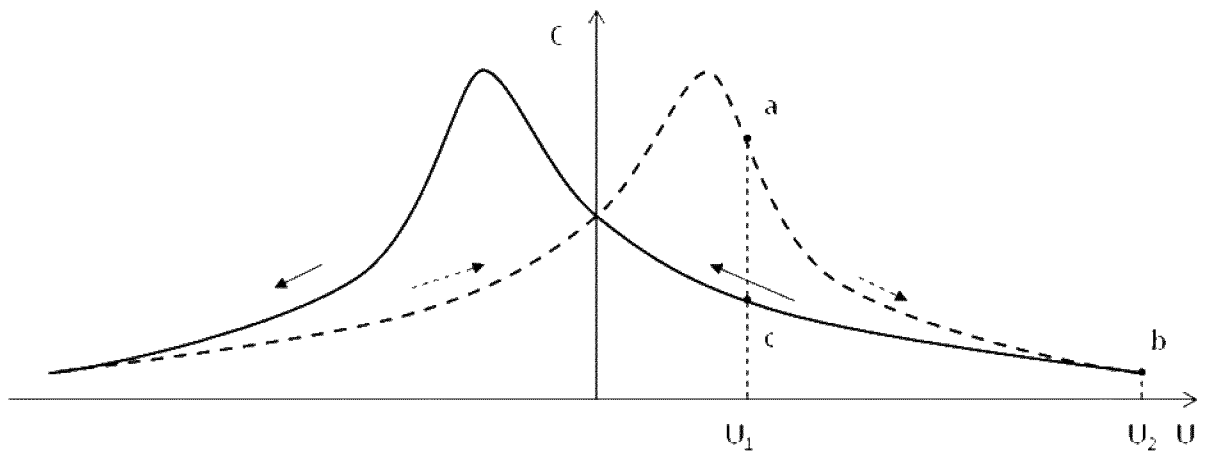
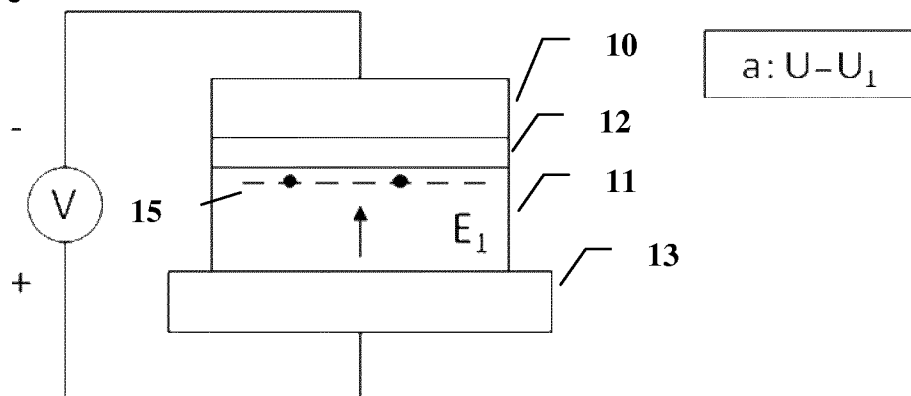


Fig. 4 a



5 Fig. 4 b

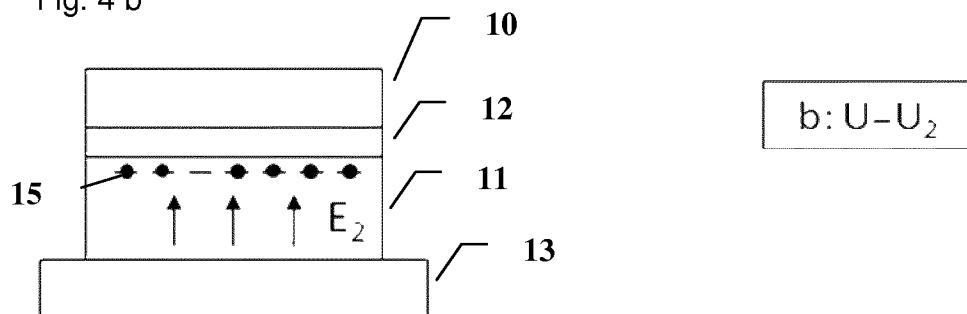


Fig. 4 c

10

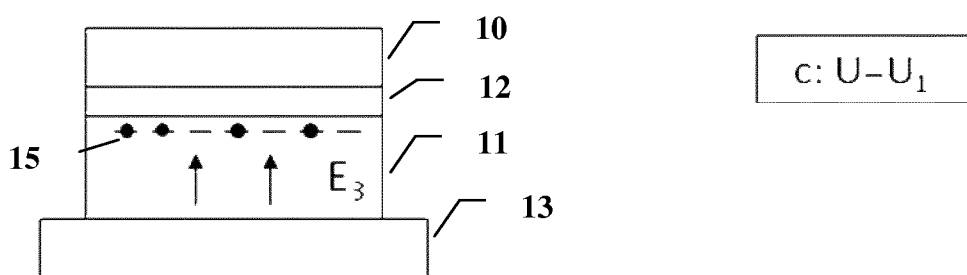


Fig. 4 d

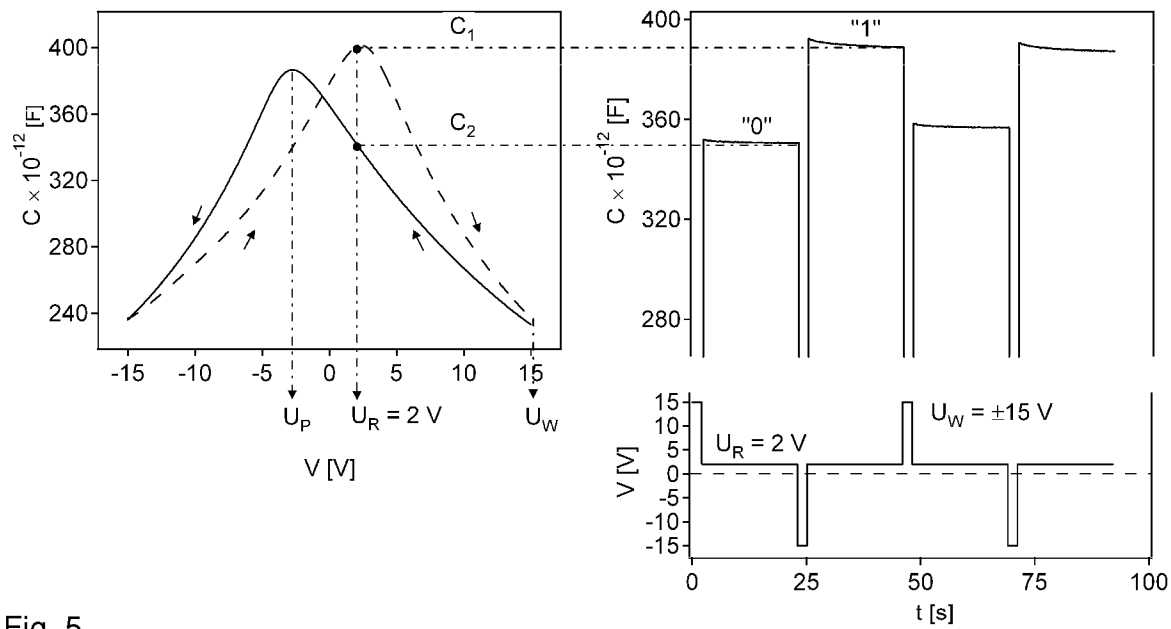


Fig. 5

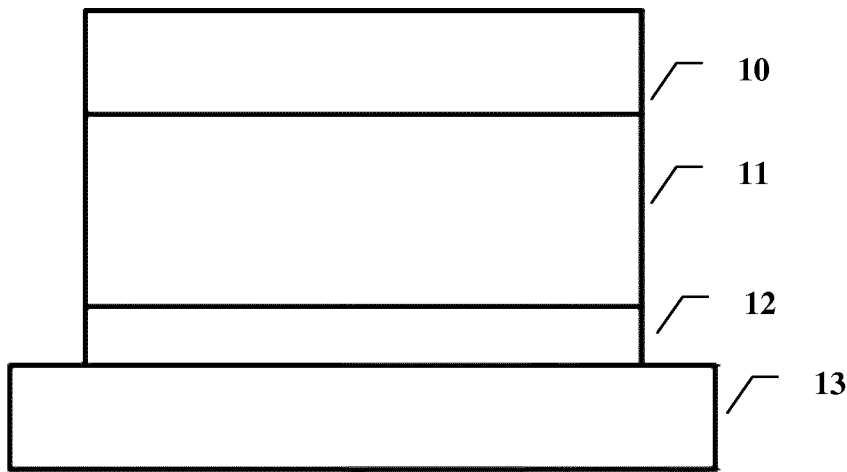


Fig. 6

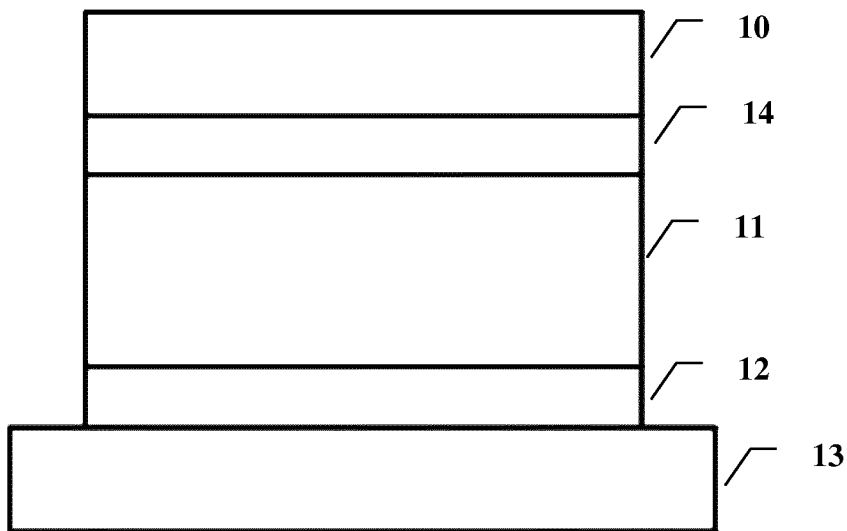


Fig. 7

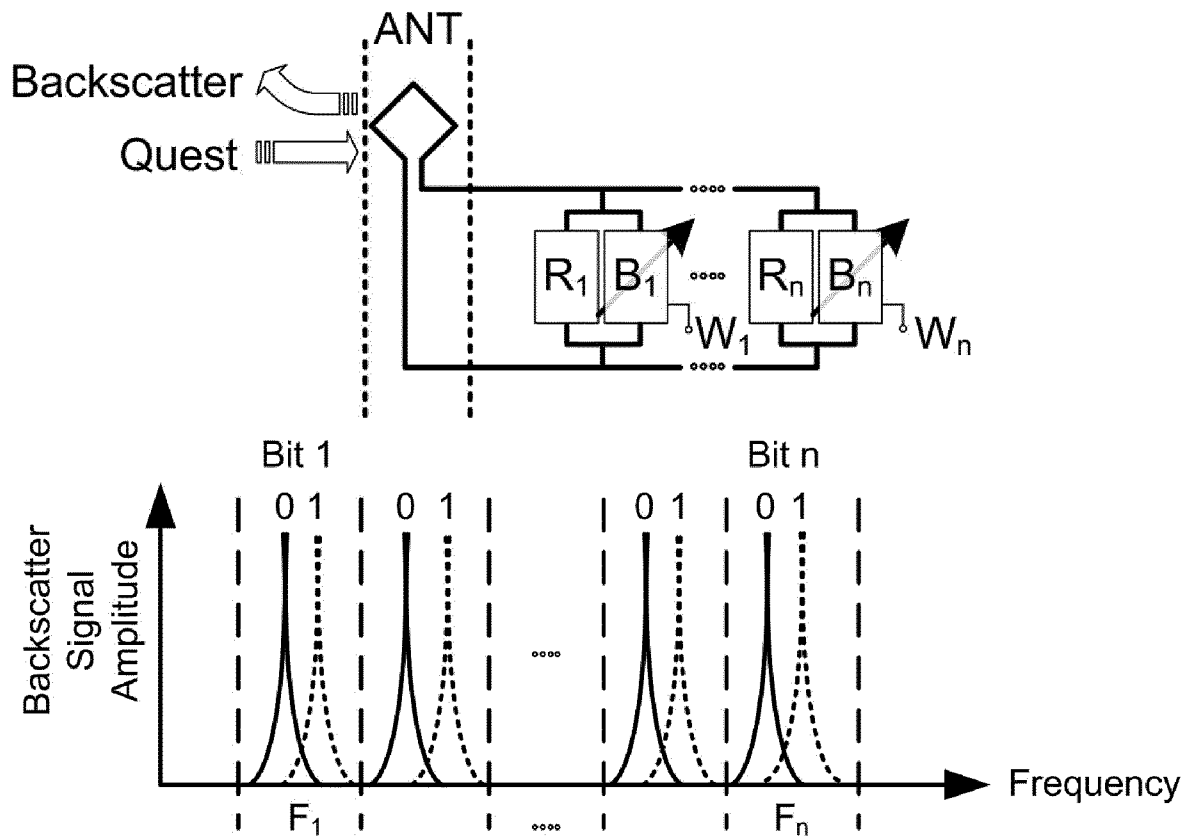


Fig. 8

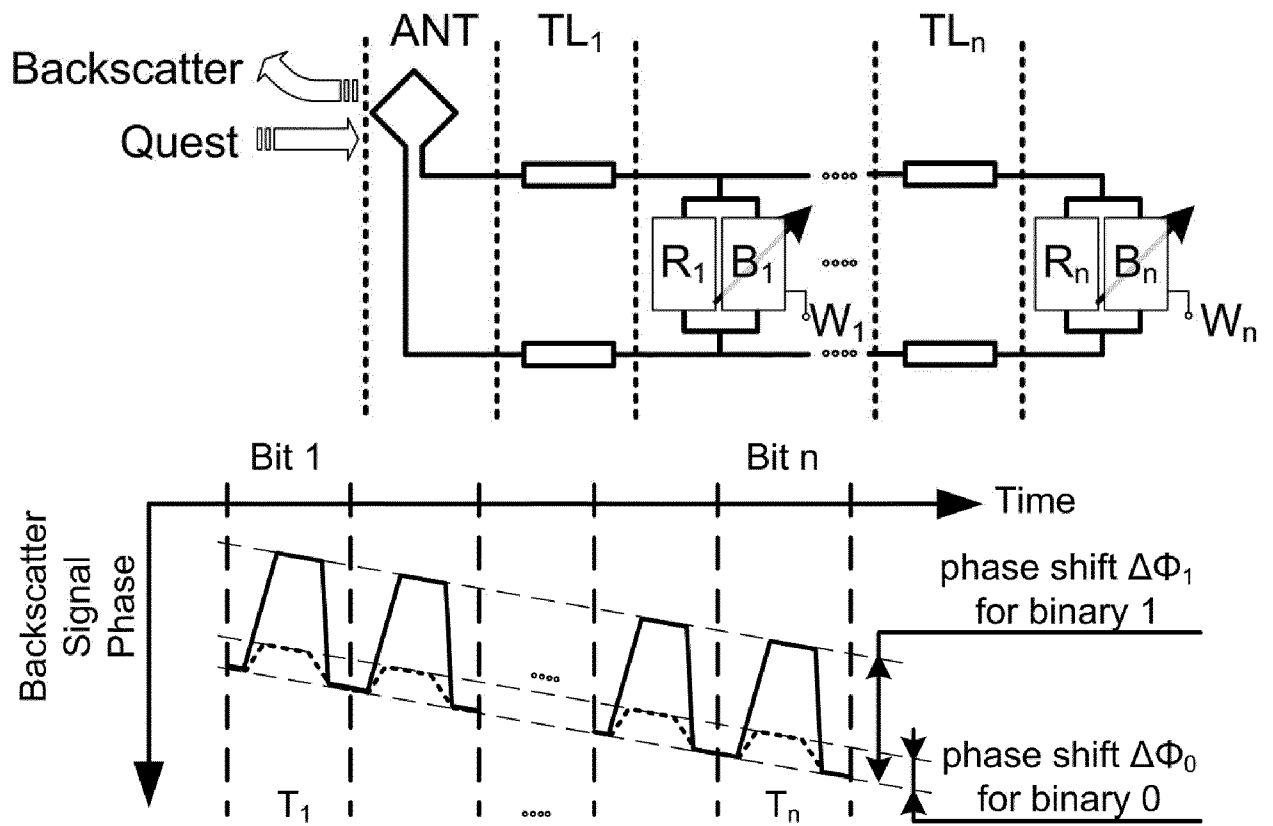


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/060537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01G4/12 H01G7/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01G H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/233610 A1 (BASCERI CEM [US] ET AL) 25 November 2004 (2004-11-25) figures 1,2 paragraphs [0002], [0004], [0027], [0040], [0045], [0053] - [0054] claims 21,24,35 -----	1-11
X	US 2006/084225 A1 (PARK IN-SUNG [KR] ET AL) 20 April 2006 (2006-04-20) paragraph [0007] - paragraph [0011] -----	1-11
X	WO 2010/023575 A1 (NXP BV [NL]; FURUKAWA YUKIKO [NL]; KOCHUPURACKAL JINESH BALAKRISHNA PI) 4 March 2010 (2010-03-04) page 6, line 29 - page 7, line 16 page 9, line 6 - line 33; figures 2,3 ----- -/-	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 August 2012

Date of mailing of the international search report

24/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sedlmaier, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/060537

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/309607 A1 (LIU SHUR-FEN [TW] ET AL) 9 December 2010 (2010-12-09) paragraph [0023] - paragraph [0029] -----	1-11
A	US 2004/206995 A1 (ARISUMI OSAMU [JP] ET AL) 21 October 2004 (2004-10-21) paragraph [0007]; figures 1,2 paragraph [0032] - paragraph [0040] -----	1-11
A	WO 2005/020257 A2 (POLYIC GMBH & CO KG [DE]; CLEMENS WOLFGANG [DE]; ZIPPERER DIETMAR [DE]) 3 March 2005 (2005-03-03) figures 1,3 page 1, line 18 - line 23 page 18, line 7 - line 10 page 6, line 6 - page 9, line 32 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/060537

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004233610 A1	25-11-2004	US 2004233610 A1	25-11-2004
		US 2004235242 A1	25-11-2004
		US 2006274477 A1	07-12-2006
US 2006084225 A1	20-04-2006	KR 20040070481 A	11-08-2004
		US 2004166628 A1	26-08-2004
		US 2006084225 A1	20-04-2006
WO 2010023575 A1	04-03-2010	CN 102132367 A	20-07-2011
		EP 2319060 A1	11-05-2011
		US 2011147891 A1	23-06-2011
		WO 2010023575 A1	04-03-2010
US 2010309607 A1	09-12-2010	TW 201044428 A	16-12-2010
		US 2010309607 A1	09-12-2010
US 2004206995 A1	21-10-2004	CN 1550043 A	24-11-2004
		EP 1516355 A2	23-03-2005
		TW I229891 B	21-03-2005
		US 2004206995 A1	21-10-2004
		US 2005245023 A1	03-11-2005
		WO 03100824 A2	04-12-2003
WO 2005020257 A2	03-03-2005	CN 1871675 A	29-11-2006
		DE 10338277 A1	17-03-2005
		EP 1656683 A2	17-05-2006
		ES 2297453 T3	01-05-2008
		US 2007030623 A1	08-02-2007
		WO 2005020257 A2	03-03-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01G4/12 H01G7/06
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01G H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/233610 A1 (BASCERI CEM [US] ET AL) 25. November 2004 (2004-11-25) Abbildungen 1,2 Absätze [0002], [0004], [0027], [0040], [0045], [0053] - [0054] Ansprüche 21,24,35 -----	1-11
X	US 2006/084225 A1 (PARK IN-SUNG [KR] ET AL) 20. April 2006 (2006-04-20) Absatz [0007] - Absatz [0011] -----	1-11
X	WO 2010/023575 A1 (NXP BV [NL]; FURUKAWA YUKIKO [NL]; KOCHUPURACKAL JINESH BALAKRISHNA PI) 4. März 2010 (2010-03-04) Seite 6, Zeile 29 - Seite 7, Zeile 16 Seite 9, Zeile 6 - Zeile 33; Abbildungen 2,3 ----- -/-	1-11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert,
aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach
dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-
scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer
anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden
soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie
ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,
eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach
dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum
oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der
Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der
Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden
Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet
werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren
Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und
diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. August 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sedlmaier, Stefan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/309607 A1 (LIU SHUR-FEN [TW] ET AL) 9. Dezember 2010 (2010-12-09) Absatz [0023] - Absatz [0029] -----	1-11
A	US 2004/206995 A1 (ARISUMI OSAMU [JP] ET AL) 21. Oktober 2004 (2004-10-21) Absatz [0007]; Abbildungen 1,2 Absatz [0032] - Absatz [0040] -----	1-11
A	WO 2005/020257 A2 (POLYIC GMBH & CO KG [DE]; CLEMENS WOLFGANG [DE]; ZIPPERER DIETMAR [DE]) 3. März 2005 (2005-03-03) Abbildungen 1,3 Seite 1, Zeile 18 - Zeile 23 Seite 18, Zeile 7 - Zeile 10 Seite 6, Zeile 6 - Seite 9, Zeile 32 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060537

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2004233610	A1	25-11-2004	US	2004233610	A1	25-11-2004		
			US	2004235242	A1	25-11-2004		
			US	2006274477	A1	07-12-2006		

US 2006084225	A1	20-04-2006	KR	20040070481	A	11-08-2004		
			US	2004166628	A1	26-08-2004		
			US	2006084225	A1	20-04-2006		

WO 2010023575	A1	04-03-2010	CN	102132367	A	20-07-2011		
			EP	2319060	A1	11-05-2011		
			US	2011147891	A1	23-06-2011		
			WO	2010023575	A1	04-03-2010		

US 2010309607	A1	09-12-2010	TW	201044428	A	16-12-2010		
			US	2010309607	A1	09-12-2010		

US 2004206995	A1	21-10-2004	CN	1550043	A	24-11-2004		
			EP	1516355	A2	23-03-2005		
			TW	I229891	B	21-03-2005		
			US	2004206995	A1	21-10-2004		
			US	2005245023	A1	03-11-2005		
			WO	03100824	A2	04-12-2003		

WO 2005020257	A2	03-03-2005	CN	1871675	A	29-11-2006		
			DE	10338277	A1	17-03-2005		
			EP	1656683	A2	17-05-2006		
			ES	2297453	T3	01-05-2008		
			US	2007030623	A1	08-02-2007		
			WO	2005020257	A2	03-03-2005		
