

(19)



(11)

EP 3 787 907 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

28.06.2023 Patentblatt 2023/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B42D 25/36 ^(2014.01) **B42D 25/373** ^(2014.01)
B42D 25/23 ^(2014.01) **B42D 25/29** ^(2014.01)
B42D 25/445 ^(2014.01) **B42D 25/45** ^(2014.01)
G07D 7/12 ^(2016.01) **G07D 7/02** ^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **19721278.0**

(22) Anmeldetag: **02.05.2019**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B42D 25/445; B42D 25/23; B42D 25/29;
B42D 25/36; B42D 25/373; B42D 25/45;
G07D 7/02; G07D 7/206

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2019/061241

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2019/211377 (07.11.2019 Gazette 2019/45)

(54) **SICHERHEITSELEMENT MIT EINER BIOLOGISCHEN SICHERHEITSSTRUKTUR UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

SECURITY ELEMENT HAVING A BIOLOGICAL SECURITY STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCING SAME

ÉLÉMENT DE SÉCURITÉ AVEC STRUCTURE DE SÉCURITÉ BIOLOGIQUE ET SON PROCÉDÉ DE PRODUCTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **04.05.2018 DE 102018110789**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

10.03.2021 Patentblatt 2021/10

(73) Patentinhaber: **AMO GmbH**

52074 Aachen (DE)

(72) Erfinder:

- **BARNETT, Julian**
52074 Aachen (DE)
- **BOLTEN, Jens**
52064 Aachen (DE)
- **PLACHETKA, Ulrich**
41199 Mönchengladbach (DE)

• **WAHLBRINK, Thorsten**

52072 Aachen (DE)

• **KONKOLI, Zoran**

41274 Göteborg (SE)

• **ADAMATZKY, Andrew**

Bristol BS39 5RX (GB)

• **SZACILOWSKI, Konrad**

32-082 Karniowice (PL)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bauer Vorberg Kayser**

Partnerschaft mbB

Goltsteinstraße 87

50968 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2012/065076 WO-A1-2014/165047

WO-A1-2015/183243 WO-A1-2017/114572

WO-A1-2017/130005

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 787 907 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Sicherheitselement mit einer biologischen Sicherheitsstruktur und auf unterschiedliche Verfahren zu seiner Herstellung. Sicherheitsstrukturen sollen möglichst hochgradig einzigartig, nachahmungs- und fälschungssicher sein. Sie müssen zudem weitere Bedingungen erfüllen, zum Beispiel dauerhaft, mit einfachen Mitteln lesbar und überprüfbar sein. Sie sollen dazu dienen, Produkte authentifizieren zu können. Bei den Produkten kann es sich dabei um eine große Vielzahl von unterschiedlichsten Gegenständen handeln, wie beispielsweise Pharmazeutika, Ersatzteile (zum Beispiel für Flugzeuge), Banknoten, Ausweise, Dokumente usw. Das Sicherheitselement ist so ausreichend klein, dass es auf diesen Produkten bzw. Gegenständen angebracht werden kann, beispielsweise auch auf einer Scheckkarte.

[0002] Aus der WO 2017/11457 2 A1 ist ein Sicherheitselement bekannt, das mit einem Laser zugeschnittene Teile biologischen Ursprungs aufweist. Diese Teile sind besonders zueinander arrangiert und angeordnet. Ausgelesen wird das optische Erscheinungsbild.

[0003] Aus WO 2015/124770 A1 ist ein auf biometrischen Daten basierendes Sicherheitselement bekannt, es soll eine Kommunikation sicher machen. Nicht autorisierten Personen soll kein Zugang zu Kommunikationsnetzen gegeben werden. Das Sicherheitselement wird elektronisch ausgelesen.

[0004] Aus der EP 1 839 279 B1 sind ein Sicherheitselement, Autorisierungsverfahren, Systeme zur Autorisierung von Sicherheitsdokumenten und dergleichen bekannt. Dabei wird mindestens ein Enzym verwendet. Ausgelesen wird die genetische Information des Enzyms. Die Schrift zitiert eine Vielzahl von Patentveröffentlichungen, in denen Sicherheitselemente beschrieben werden, deren Sicherheitseigenschaften auf der Einzigartigkeit von organischem Material beruhen. Dabei wird zum Beispiel die Einzigartigkeit von DNA und RNA genutzt. Die vorliegende Erfindung verwendet keine Zellbestandteile, keine genetische Information und keine rein biochemischen Substanzen als Sicherheitsmerkmal.

[0005] Aus der WO 2017/130005 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer hybriden Sicherheitsstruktur für ein Sicherheitsdokument bekannt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Bereitstellen eines Dokumentensubstrats; Aufbringen eines ersten Elements, das einen ersten elektrisch leitenden Bereich der hybriden Sicherheitsstruktur umfasst, auf das Dokumentensubstrat durch einen ersten Prozess; Aufbringen eines zweiten Elements, das einen zweiten elektrisch leitenden Bereich der hybriden Sicherheitsstruktur umfasst, auf das Dokumentensubstrat durch einen zweiten Prozess, wobei der erste Prozess sich von dem zweiten Prozess unterscheidet; und elektrisches Koppeln des ersten und des zweiten elektrisch leitenden Bereichs der hybriden Sicherheitsstruktur zur Erfassung durch einen Kapazitätssensor.

sor.

[0006] Die WO 2012/065076 A1 bezieht sich auf plasmonische Strukturen, Verfahren zu ihrer Herstellung und Vorrichtungen, die sie enthalten. In einem Aspekt der dortigen Erfindung umfasst eine plasmonische Struktur eine Vielzahl von Metallpartikeln, die auf einem Substrat angeordnet sind, und eine oder mehrere Metallstrukturen, die elektrisch mit einer Oberfläche jedes der Vielzahl von Metallpartikeln gekoppelt und auf dieser angeordnet sind. Die Metallstrukturen haben eine Struktur, die sich von der Struktur der Metallpartikel unterscheidet. Die Metallstrukturen können z. B. durch galvanische Abscheidung auf die Metallpartikel aufgewachsen werden. Das Wachstum solcher Metallstrukturen kann die Reaktion der plasmonischen Struktur abstimmen.

[0007] Die WO 2014/165047 A1 bezieht sich auf dendritische Tags sowie Verfahren und Systeme zur Herstellung und Verwendung solcher Tags. Die Verfahren können das Erhalten mindestens eines Bildes eines an einem Artikel angebrachten dendritischen Tags, das Analysieren des mindestens einen Bildes, um einen Satz von Merkmalen zu identifizieren, die mit dem dendritischen Tag verbunden sind, und das Vergleichen des Satzes von Merkmalen mit gespeicherten Informationen, um den Artikel zu identifizieren, umfassen.

[0008] Die WO 2015/183243 A1 betrifft ein fälschungssicheres Muster, das durch Blatt-Widerstand-Mapping-Metrologie identifizierbar ist, ein Verfahren zur Herstellung einer solchen fälschungssicheren Vorrichtung und ein Verfahren zur Erkennung einer solchen fälschungssicheren Vorrichtung durch Abbildung des Musters mit Blatt-Widerstand-Mapping-Metrologie.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Sicherheitselement anzugeben, insbesondere ausgehend von dem Sicherheitselement nach der WO 2017/11457 2 A1, das mit einfachen technischen Mitteln ausgelesen werden kann und so hochgradig komplex ist, dass ein identisches Doppel bei der Herstellung und ein erfolgreiches Kopieren unwahrscheinlich sind.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein in Anspruch 1 definiertes Sicherheitselement.

[0011] Dieses Sicherheitselement wird sowohl optisch als auch elektrisch ausgelesen. Nur wenn beide Ergebnisse positiv sind, gilt dies als Authentifizierung. Die optische Erfassung erfolgt über eine Kamera, verglichen wird das erfasste Bild mit einem abgespeicherten Bild. Die elektrische Erfassung kann gleichzeitig erfolgen, das Widerstandsnetzwerk wird abgefragt, vorzugsweise werden jeweils die Widerstandswerte zwischen zwei Kontakten abgefragt. Es können auch die Widerstandswerte abgefragt und zueinander in Beziehung gesetzt werden, sodass es nicht auf die absoluten Werte, sondern die relativen Werte ankommt. Dadurch können beispielsweise eine Drift und/oder eine Temperaturabhängigkeit der Widerstandswerte kompensiert werden. Eine andere Kompensation, beispielsweise durch zusätzliches Erfassen der Temperatur während des Auslesevorgangs und Korrektur der Werte über eine Formel, ist möglich.

lich. Auch bei der elektrischen Erfassung wird mit abgespeicherten Daten verglichen.

[0012] Die Sicherheitsstruktur weist eine geometrische Form und eine Vielzahl einzelner Leiterbahnen auf. Optisch wird die geometrische Form abgefragt. Elektrisch wird das Widerstandsnetzwerk gebildet aus den Leiterbahnen abgefragt. Die geometrische Form ist durch einen gewachsenen biologischen Organismus bestimmt. Der biologische Organismus wächst ausgehend von einem Startbereich verästelt, dies bedeutet, dass er sich nicht vollflächig ausbreitet, sondern in schmalen Adern oder Ästen auf die Attraktoren hinwächst. Bei abgeschlossenem Wachstum bedeckt der biologische Organismus maximal 70 %, insbesondere maximal 50 % und bevorzugt maximal 30 % der Fläche zwischen den Kontakten bzw. Orten auf dem Hilfsträger. Die von dem in der Regel durch Wachstum größer gewordenen Startbereich ausgehenden Adern und Äste bilden Pfade, jeder einzelne Kontakt ist über mindestens einen Pfad mit einem anderen Kontakt verbunden. Eine Leiterbahn zwischen zwei Kontakten kann mehrere Pfade aufweisen.

[0013] Der biologische Organismus ist vorzugsweise ein Einzeller, insbesondere Schleimpilz. Infrage kommen unter anderem auch Myxogastria (Myxomyceten bzw. echte Schleimpilze), Dictyostelia und Protostelia, sowie Copromyxa, Copromyxella und Fonticula, sowie Amoebozoa, Plasmodial-Amöben, Algen, Pilze. Der Startbereich nimmt maximal 10 %, vorzugsweise nur 5 % der Fläche zwischen den Kontakten ein, er ist zusammenhängend. Der biologische Organismus wächst typischerweise in Tagen, zum Beispiel 2 bis 3 Tagen, er wächst ausgehend von dem Startbereich zweidimensional in alle Richtungen. Dabei bleibt der Organismus topologisch zusammenhängend. In diesem Sprachverständnis wächst ein Baum, der auch ein verästeltes Wachstum zeigt, nur eindimensional in eine Richtung, nämlich nach oben.

[0014] Die Sicherheitsstruktur muss sich nicht zu allen Kontakten erstrecken. Einige wenige Kontakte bzw. Orte auf dem Hilfsträger können bewusst nicht mit Attraktormaterial belegt werden. Dies hat die Folge, dass von diesen Kontakten gemessene Widerstandswerte ausgesprochen hoch sind. Der Träger ist vorzugsweise ein Isolator, jedenfalls hat er eine um mindestens zwei Zehnerpotenzen geringere Leitfähigkeit als die Leiterbahnen der Widerstandsschicht. Die Zahl der Kontakte, die nicht mit dem Widerstandsnetzwerk verbunden sind, soll maximal 20 % der Anzahl n der Kontakte betragen. Es ist auch möglich, die Kontakte bzw. Orte auf dem Hilfsträger, auf die der Organismus nicht hinwachsen soll, mit einem zurückweisenden Material (Repulsor) zu belegen, das abstoßend und damit entgegengesetzt zum Attraktormaterial auf den Organismus wirkt.

[0015] Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf verschiedene in den Ansprüchen 4 bis 7 definierte Verfahren zur Herstellung des Sicherheitselements. Diese Verfahren ermöglichen eine industrielle Herstellung des Sicherheitselements, verwendet werden dabei Verfahrens-

schritte, wie sie aus der Halbleitertechnik bekannt sind.

[0016] Vorzugsweise liegen die maximalen Abstände zwischen zwei beliebigen Kontakten im Bereich von ein bis 100 mm. Dies bedeutet eine gewisse Begrenzung für die Auswahl des Organismus. Der gewachsene Organismus soll so groß sein, dass er in den Bereich zwischen den Kontakten passt. Es ist allerdings möglich, einen größeren Organismus zu verwenden, diesen auf einem Hilfsträger wachsen zu lassen und für das Übertragen seine geometrische Form zu erfassen und maßstabsgerecht so zu verkleinern, dass die Verkleinerung auf die Fläche zwischen den Kontakten passt. Es kann auch mit einer Vergrößerung gearbeitet werden. Das Wachstum des Organismus ist nur so lange erforderlich, bis möglichst alle mit Attraktormaterial belegten Kontakte bzw. Orte erreicht sind. Danach ist ein weiteres Wachstum nicht notwendig. In der Regel kann dann das Wachstum des Organismus gestoppt werden, insbesondere der Organismus abgetötet werden, wenn der Organismus ausreichend groß geworden ist oder wenn eine gewisse Zeit für das Wachstum verstrichen ist. Er kann auch entfernt werden.

[0017] Es ist vorteilhaft, mindestens 8, vorzugsweise mindestens 14 Kontakte vorzusehen. Je höher die Anzahl der Kontakte, umso höher ist die Sicherheit.

[0018] Die elektrische Leitfähigkeit der Sicherheitsstruktur wird vorzugsweise durch Widerstandsmaterial erreicht, das bereits industriell für elektrische Widerstände benutzt wird, beispielsweise für Metallfilmwiderstände, Metalloxid-Schichtwiderstände und Dickschichtwiderstände. Es können auch Kunststoffmaterial, wie zum Beispiel PDMS oder PANI, und dotierte Halbleiter, wie zum Beispiel SOI, verwendet werden. In vorteilhafter Weiterbildung hat das Widerstandsmaterial, das ursprünglich als Widerstandsschicht vorliegt, eine ortsabhängige Leitfähigkeit.

[0019] Der Träger kann Form steif oder auch flexibel sein, er muss sich eignen, die elektrischen Kontakte aufzunehmen und die die weiteren Behandlungsschritte ermöglichen. Der Träger kann Papier, ein Halbleitersubstrat, insbesondere SOI, Keramik, Kunststoffmaterial, Glas oder dergleichen sein. Die Kontakte können metallisch sein, beispielsweise durch Aufdampfen hergestellt sein, sie können durch leitfähige Tinte realisiert sein, beispielsweise Graphentinte.

[0020] Die Erfindung betrifft zudem die in Anspruch 8 definierte Verwendung eines Sicherheitselements zur Authentifizierung eines Gegenstandes, mit dem das Sicherheitselement verbunden ist.

[0021] Als Attraktormaterial eignet sich alles, insbesondere Nährpaste, was aus dem Stand der Technik dafür bekannt sind, dass der wachsende Organismus hin auf dieses Material wächst. Es kann sich um biologische, chemische und/oder physikalische (z.B. Licht) Stimuli handeln. Das Gegenteil von Attraktormaterial ist Repulsormaterial bzw. Repulsor, für das aus dem Stand der Technik bekannt ist, dass der Organismus es meidet. Vorzugsweise sind Attraktormaterial und/oder das Re-

pulsmaterial geeignet, durch einen Druckvorgang oder einen Stempelvorgang auf Träger bzw. Hilfsträger aufgebracht zu werden. Dieses Material ist insbesondere pastös. Auch das biologische Material des biologischen Organismus, das im Bereich zwischen den Kontakten bzw. Orten aufgebracht wird, wird vorzugsweise durch einen einfachen Übertragungsvorgang wie beispielsweise Stempeln oder Drucken (z.B. mit einem Tintenstrahldrucker) aufgebracht und liegt ebenfalls vorzugsweise als eine Paste oder Flüssigkeit vor.

[0022] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen sowie der nun folgenden Beschreibung von vier unterschiedlichen Ausführungsbeispielen der Erfindung, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert werden. In dieser Zeichnung zeigen

Figur 1 eine Draufsicht auf die Oberfläche eines Trägers, der mit einer elektrisch leitfähigen Schicht (Widerstandsschicht) und mit elektrischen Kontakten belegt ist,

Figur 2 eine Draufsicht wie Figur 1, jedoch nunmehr mit auf allen Kontakten deponiertem Attraktormaterial und im Bereich zwischen den Kontakten deponiertem, biologischen Material eines biologischen Organismus,

Figur 3 ein Schnittbild durch die Anordnung gemäß Figur 2 und entlang der Schnittlinie III-III,

Figur 4 eine Draufsicht wie Figur 2, jedoch hat nunmehr das Wachstum des biologischen Materials eingesetzt,

Figur 5 eine Draufsicht wie Figur 4, jedoch nunmehr bei ausreichend abgeschlossenem Wachstum des biologischen Organismus, dieser hat alle Kontakte erreicht,

Figur 6 die Anordnung gemäß Figur 5, jedoch nunmehr nach Ätzen der Widerstandsschicht unter Verwenden des biologischen Organismus als Maske,

Figur 7 ein Schnittbild mit Schnittlinie wie für Figur 3 und für den Zustand wie in Figur 4, jedoch nunmehr mit einem SOI-Substrat als Träger,

Figur 8 eine Draufsicht auf die Oberfläche eines Trägers aus Papier, auf den Träger sind Kontakte aufgebracht, auf denen Attraktormaterial deponiert ist, im Startbereich befindet sich biologisches Material im Ausgangszustand, der Zustand ist somit ähnlich wie in Figur 2,

Figur 9 eine Draufsicht wie Figur 8, jedoch nunmehr

bei abgeschlossenem Wachstum des biologischen Organismus und damit ähnlich Figur 5,

Figur 10 eine Draufsicht auf die Oberfläche eines Hilfsträgers, auf den den Kontakten entsprechenden Orten des Hilfsträgers ist Attraktormaterial deponiert, das Wachstum von deponiertem biologischen Material hat bereits begonnen,

Figur 11 eine Draufsicht auf die Struktur der Figur 10, jedoch nunmehr bei abgeschlossenem Wachstum,

Figur 12 eine Draufsicht auf die Struktur gemäß Figur 11, jedoch zusätzlich mit einer Silikonschicht auf der Oberseite,

Figur 13 einen Schnitt entlang der Schnittlinie XIII-XIII in Figur 12 und

Figur 14 eine Draufsicht auf ein einsatzfertiges Sicherheitsteil.

[0023] Das erste Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 bis 6, das zweite Ausführungsbeispiel nach Figur 7 und das dritte Ausführungsbeispiel nach den Figuren 8 und 9 betreffen jeweils ein Sicherheitselement gemäß der Alternative i) im Anspruch 1, das vierte Ausführungsbeispiel nach den Figuren 10 bis 12 betrifft ein Sicherheitselement nach der Alternative ii). Im Folgenden wird zunächst das erste Ausführungsbeispiel eingehend besprochen, die weiteren Ausführungsbeispiele werden anschließend insoweit besprochen, als sie sich vom ersten unterscheiden. Ein Merkmal, das für ein Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, kann auch für ein anderes Ausführungsbeispiel eingesetzt und verwendet werden.

[0024] Figur 1 zeigt einen Träger 20, auf diesem sind $n=16$ elektrische Kontakte 22 angeordnet. Der Träger 20 ist im Ausführungsbeispiel aus Kunststoff hergestellt, die Kontakte 22 sind metallisch, z.B. Al, sie sind auf eine Oberfläche des Trägers 20 aufgedampft. Diese Oberfläche ist mit einer elektrisch leitfähigen Schicht, im Folgenden Widerstandsschicht 24 genannt, flächig bedeckt, insbesondere erstreckt sich diese Widerstandsschicht 24 über die Kontakte 22. In einer Alternative ist es möglich, zunächst die Widerstandsschicht 24 auf dem Träger 20 anzuordnen und erst danach, über die Widerstandsschicht 24, die Kontakte 22 aufzubringen. Die Widerstandsschicht 24 bedeckt den Bereich zwischen den Kontakten 22. Es ist vorteilhaft, wenn sich die Widerstandsschicht 24 nach außen hin nur über die Kontakte 22 erstreckt, aber nicht weiter, also bis an die Grenze, wie sie in Figur 1 angegeben ist, also insbesondere die Grenze des Trägers 20. Die Widerstandsschicht 24 ist kontinuierlich, sie ist mathematisch zusammenhängend.

[0025] Im Zustand gemäß Figur 2 ist Attraktormaterial 26 auf die Kontakte 22 aufgebracht. Es handelt sich hier beispielsweise um Nährpaste. In einer Alternative können maximal drei, vorzugsweise maximal zwei der sechzehn Kontakte 22 nicht mit der Nährpaste belegt werden, gegebenenfalls können sie mit einem gegenwirkenden Repulsormaterial belegt werden. Im Bereich zwischen den Kontakten 22 ist biologisches Material 28 deponiert, im konkreten Fall für einen Schleimpilz. Vorzugsweise ist es etwa mittig zwischen den Kontakten 22 angeordnet, insbesondere aufgedruckt. Dieses biologische Material 28 nimmt in seinem Ausgangszustand einen Startbereich 29 ein, letzterer hat eine Fläche, die maximal 10 % der Fläche des Bereichs zwischen den Kontakten 22 beträgt. Figur 3 zeigt ein Schnittbild durch die Anordnung gemäß Figur 2 man erkennt den Startbereich 29 und das auf den Kontakten 22 befindliche Attraktormaterial 26.

[0026] Es werden nun die notwendigen Voraussetzungen geschaffen, dass das biologische Material 28 des Schleimpilzes zu wachsen beginnt, es werden also die erforderliche Temperatur, Feuchtigkeit, gegebenenfalls Beleuchtung usw. eingehalten. Ein anfängliches Stadium des Wachstums zeigt Figur 4. Das Zentrum oder der Fleck des biologischen Materials 28 ist bereits über den Startbereich 29 hinausgewachsen. Von diesem Fleck sind mit einer Wachstumsrichtung in zwei Dimensionen und damit in der Fläche einzelne Äste und Zweige herausgewachsen, sie verzweigen sich und verästeln sich im Abstand vom ursprünglichen Startbereich 29. Ausgehend vom Startbereich 29 wird das biologische Material flächenmäßig größer. Der Fleck vergrößert sich beispielsweise maximal um das Zehnfache. Dies zeigt ein Vergleich der Figuren 2 und 4, wobei Figur 4 noch nicht das finale Wachstum zeigt. Der Fleck selbst erreicht nicht die Kontakte 22.

[0027] Ein ausreichendes Wachstum ist gemäß Figur 5 erreicht, nun haben unterschiedliche Äste jeweils die einzelnen Attraktormaterialien 26 und damit die Kontakte 22 erreicht. Ein weiteres Wachstum ist nicht notwendig. Die geometrische Form des gewachsenen Schleimpilzes ist topologisch zusammenhängend. Es führt mindestens ein Pfad, gebildet vom biologischen Organismus, von jedem Kontakt 22 zu jedem anderen Kontakt 22, gegebenenfalls über den Fleck. Häufig sind es mehrere Pfade, die sich in Länge und Querschnitt unterscheiden und in der Regel einen variierenden Querschnitt entlang ihrer Länge haben. Eventuell verbliebene Reste an Attraktormaterial 26 sind entfernt.

[0028] Als nächster Schritt erfolgt nun ein Ätzzvorgang, vorzugsweise trockenchemisch. Es wird beispielsweise mit ionisiertem Sauerstoff gearbeitet, es werden Sauerstoffkerne und/oder -ionen im Wesentlichen rechtwinklig zur Papierebene der Figur 5 auf die Anordnung gerichtet. Dabei wird nur auf die Widerstandsschicht 24 eingewirkt. Sie wird, soweit sie nicht von dem gewachsenen biologischen Organismus bedeckt ist, abgetragen. Der Organismus wirkt als Maske, der die Widerstandsschicht 24 gegen den Ätzzvorgang schützt. Auch die Kontakte 22

werden nicht angegriffen und sind nach dem Ätzzschritt weiterhin vorhanden. Im Ergebnis ist nur ein Teil der Widerstandsschicht 24 entfernt worden, der verbliebene Rest der Widerstandsschicht 24 ist ein exaktes Abbild der geometrischen Form des biologischen Organismus. Andere Verfahren, um die Widerstandsschicht 24 auf die geometrische Form des biologischen Organismus zu reduzieren, sind möglich.

[0029] Figur 6 zeigt den Zustand nach dem Ätzen. Die Kontakte 22 sind nun (nur noch) durch ein Netzwerk des Widerstandsmaterials elektrisch miteinander verbunden. Zwischen zwei beliebigen Kontakten 22 besteht eine elektrische Verbindung über mindestens einen Pfad einer gewissen Länge und eines gewissen Querschnitts. Verglichen mit dem Stromverlauf zwischen zwei anderen Kontakten liegen eine unterschiedliche Länge, unterschiedliche Querschnitte und zumeist auch eine unterschiedliche Anzahl von Pfaden vor. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Widerstandswerte. Zudem ist die geometrische Form des gewachsenen Schleimpilzes einzigartig, sie wird für die optische Auswertung genutzt, die parallel zur Auswertung der Widerstände, siehe auch Figur 14, des Netzwerks erfolgt.

[0030] Es ist vorteilhaft, den Organismus, insbesondere Schleimpilz, nach dem Ätzzvorgang oder dann, wenn er nicht mehr benötigt wird, zu entfernen.

[0031] Das zweite Ausführungsbeispiel nach Figur 7 verwendet als Träger 20 ein SOI-Substrat, es hat eine dünne Si-Schicht 30. Ausgehend von einem handelsüblichen SOI Wafer ist die Si-Schicht 30 dotiert, und damit auf eine gewisse Leitfähigkeit eingestellt. Sie ist jedoch nicht gleichförmig dotiert, sondern bewusst stark inhomogen. Demzufolge ist auch die Leitfähigkeit zwischen zwei beliebigen Punkten der Si-Schicht 30 und damit zwischen zwei ausgewählten Kontakten 22 deutlich unterschiedlich zu der Leitfähigkeit zwischen zwei anderen beliebigen Punkten und damit zwischen zwei anderen Kontakten 22. Vorzugsweise unterscheiden sich die Widerstandswerte zwischen unterschiedlichen Kontakten 22 um mindestens den Faktor 100, vorzugsweise um mindestens den Faktor 1000. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist die Widerstandsschicht 24 nicht homogen. Sie hat vielmehr eine ortsabhängige Leitfähigkeit. Eine derartige ortsabhängige Leitfähigkeit könnte man im ersten Ausführungsbeispiel dadurch erreichen, dass die Widerstandsschicht 24 inhomogen ist, beispielsweise aus einzelnen, einander randseitig überlappenden oder zumindest kontaktierenden Bereichen mit unterschiedlicher Leitfähigkeit zusammengesetzt ist.

[0032] Auf die Si-Schicht 30, die die Oberfläche des Trägers 20 bildet, sind Kontakte 22 aus Gold aufgebracht. Darüber befindet sich eine kontinuierliche Schicht aus Fotolack 32, wie er aus der Siliziumtechnologie (Foto-Lithographie) bekannt ist. Auf diesem befinden sich das Attraktormaterial 26 oberhalb der Kontakte 22 und das biologische Material 28 im Bereich zwischen den Kontakten 22. Figur 7 zeigt einen Zustand des Wachstums ähnlich wie in Figur 4 gezeigt. Wenn der Zustand

gemäß Figur 5 erreicht ist, also das biologische Material 28 ausreichend gewachsen ist, erfolgt eine Belichtung des Fotolacks 32. Anschließend werden die belichteten Teile des Fotolacks 32 entfernt, sodass sich nur noch unter dem biologischen Organismus Fotolack 32 befindet. Der biologische Organismus kann nun entfernt werden. Es wird geätzt, diesmal bevorzugt nasschemisch, beispielsweise mit HF. Es werden (nur) die Teile der Si-Schicht 30 entfernt, die außerhalb der biologischen Struktur liegen. Damit ist die geometrische Form des biologischen Organismus in die leitfähige Si-Schicht 30 übertragen. Diese kann einerseits optisch abgefragt werden, andererseits bildet sie das erfindungsgemäße Widerstandsnetzwerk. Sie kann gegebenenfalls eingefärbt werden, um die optische Erkennbarkeit zu verbessern, dies kann für eine andere Ausbildung der Widerstandsschicht 24 durchgeführt werden.

[0033] Im dritten Ausführungsbeispiel nach den Figuren 8 und 9 ist der Träger 20 aus Papier gefertigt. Auf seiner Oberfläche sind mit leitfähiger Tinte die elektrischen Kontakte 22 aufgedruckt. Figur 8 zeigt den Zustand, in dem auf die Kontakte 22 Attraktormaterial 26 aufgebracht ist und im Startbereich 29 biologisches Material 28 deponiert ist. Es wird ein spezielles biologisches Material 28 verwendet, das eine eigene elektrische Leitfähigkeit hat und/oder es wird ein Attraktormaterial 26 verwendet, das dem biologischen Material eine gewisse elektrische Leitfähigkeit verleiht. Wenn, wie in Figur 9 gezeigt, der Organismus ausreichend gewachsen ist, wird sein Wachstum blockiert. Damit wird seine geometrische Form fixiert, es ist nun auch das Widerstandsnetzwerk fertig gestellt, denn die einzelnen Kontakte 22 sind durch elektrisch leitende Pfade miteinander verbunden, die jeden einzelnen Kontakt 22 mit einem beliebigen anderen Kontakt 22 verbinden.

[0034] Im vierten Ausführungsbeispiel nach den Figuren 10 bis 13 wird zunächst, wie in Figur 1, ein Träger 20 bereitgestellt, der auf seiner Oberfläche eine Anzahl n elektrischer Kontakte 22 aufweist und vollflächig mit einer Widerstandsschicht 24 flächig belegt ist. Dann wird ein Hilfsträger 34, zum Beispiel aus Papier, verwendet. Es wird einerseits biologisches Material 28 an einer dem Startbereich 29 entsprechenden Stelle und andererseits Attraktormaterial 26 an denjenigen Orten 36 des Hilfsträgers 34 deponiert, die in ihrer geometrischen Lage kongruent mit der Lage der Kontakte 22 des oben genannten Trägers 20 sind. Die Anzahl der Orte 36 entspricht damit der Anzahl n der Kontakte 22. Es muss aber nicht auf allen Orten 36 Attraktormaterial 26 deponiert werden, siehe oben.

[0035] Es wird nun auf dem Hilfsträger 34 das Wachstum des biologischen Materials 28 abgewartet. Figur 10 zeigt ein Zwischenstadium ähnlich Figur 4. Ein Abschluss ist erreicht, wenn der biologische Organismus die Orte 36 erreicht hat, die mit Attraktormaterial 26 belegt sind, siehe Figur 11. Nun kann das Wachstum des biologischen Organismus unterbrochen werden. Dieser kann beispielsweise eingefroren werden. Das so erreichte

Zwischenprodukt wird nun mit einer Abformmasse 37, zum Beispiel Silikon, flächig überdeckt, Figur 12 zeigt diesen Zustand. Es wird entformt, siehe Figur 13 und dort insbesondere den Pfeil, und somit ein Stempel erhalten. Seine, vom biologischen Organismus stammenden Vertiefungen werden mit einem aushärtbaren Lack gefüllt, hier kann beispielsweise auch Fotoresist verwendet werden. Der so gefüllte Stempel wird passgenau auf den zuvor hergestellten Träger 20 aufgedrückt, damit wird die Lackfüllung auf den Träger 20 übertragen, wo sie aushärtet. Der ausgehärtete Lack bildet eine Maske, die es, wie im ersten Ausführungsbeispiel, ermöglicht, dass nur die Widerstandsschicht 24 außerhalb der Maske entfernt wird, insbesondere in einem z.B. nasschemischen Ätzschritt. Die beschriebenen Schritte der Lithographie gehören zum Stand der Technik in der Herstellung von Halbleitern, es wird insoweit nach dem Stand der Technik gearbeitet.

[0036] Der so erhaltene Stempel kann mehrfach verwendet werden, es kann eine Anzahl von Trägern 20 vorbereitet werden, die mit dem Stempel jeweils mit Lack bedruckt werden. Auf diese Weise erhält man eine Anzahl baugleicher Sicherheitselemente. Während mit der Alternative i) des Anspruchs 1 Unikate erstellt werden, ist es gemäß der Alternative ii) zusätzlich möglich, eine Vielzahl identischer Sicherheitselemente herzustellen.

[0037] In einer Alternative des vierten Ausführungsbeispiels wird ein Träger 20 wie in Figur 1 hergestellt, aber diesmal ohne Widerstandsschicht 24. Dann wird, wie oben beschrieben und anhand der Figuren 12 und 13 dargestellt, über einem Hilfsträger 34 ein Stempel mit der Hohlform des ausgewachsenen biologischen Organismus erstellt. In dessen Vertiefungen wird nun aber nicht Lack eingefüllt, vielmehr eine elektrisch leitfähige Paste, die nach der Übertragung auf den Träger 20 aushärtet. Es kann sich hier beispielsweise um eine leitfähige Paste mit Metalloxid- oder Kunststoffpulver handeln. Der so vorbereitete Stempel wird passgenau auf den Träger 20 aufgedrückt, dabei wird die geometrische Form und damit auch das Widerstandsnetzwerk auf diesen übertragen.

[0038] Figur 14 zeigt ein einsatzfertiges Sicherheitsteil. Es ist für die praktische Verwendung besser geeignet als das Sicherheitselement allein. Auf einem Hauptträger 38 sind $n = 16$ Hauptkontakte 40 aufgebracht. Zwischen ihnen befindet sich ein Sicherheitselement, wie es oben z.B. für das erste Ausführungsbeispiel beschrieben wurde. Jeder der Kontakte 22 des Sicherheitselements ist über eine Verbindungsleitung 42 mit einem der Hauptkontakte 40 verbunden. Die elektrischen Messungen werden an den Hauptkontakten 40 durchgeführt. Dadurch wird die Verbindung des Widerstandsnetzwerkes mit den einzelnen Kontakten 22 durch die Widerstandsmessung, siehe das Ohm-Zeichen, nicht beeinträchtigt. Der Hauptträger 38 kann aus anderem Material als der Träger 20 gefertigt sein, vorzugsweise ist der Träger 20 Teil des Hauptträgers 38, insbesondere einstückiger Teil.

[0039] Das Sicherheitselement hat eine Sicherheitsstruktur, die optisch als Bild und elektrisch als Netzwerk elektrischer Widerstände abgefragt wird. Auf einem Träger 20 ist eine Anzahl n einzelner elektrischer Kontakte 22 angeordnet. Die Sicherheitsstruktur befindet sich vorzugsweise im Bereich zwischen diesen Kontakten, weist eine elektrische Leitfähigkeit auf, und stellt eine elektrische Verbindung jeweils den n Kontakten her, deren Widerstandswert abgefragt wird. Die geometrische Form der Sicherheitsstruktur ist bestimmt durch einen gewachsenen biologischen Organismus, der ausgehend von einem Startbereich 29 ein verästeltes Wachstum aufweist und dessen Wachstum dadurch stimulierbar ist, dass er auf Attraktoren hinwächst, dieser Organismus wächst

i entweder auf dem Träger 20, die Attraktoren sind jeweils auf den Kontakten positioniert,
 ii oder auf einem Hilfsträger 34, die Attraktoren sind an den Orten 36 des Hilfsträgers 34 positioniert, an denen sich auf dem Träger 20 die Kontakte befinden, und die so erhaltene geometrische Form des biologischen Organismus ist auf den Träger 20 übertragen. Vorzugsweise ist das Widerstandsnetzwerk, insbesondere die Widerstandsschicht 24 bzw. der elektrisch leitfähige Organismus, angefertigt, damit die geometrische Form besser optisch erkannt werden kann.

[0040] Begriffe wie im Wesentlichen, vorzugsweise und dergleichen sowie möglicherweise als ungenau zu verstehende Angaben sind so zu verstehen, dass eine Abweichung um plusminus 5 %, vorzugsweise plusminus 2 % und insbesondere plus minus ein Prozent vom Normalwert möglich ist. Die Anmelderin behält sich vor, beliebige Merkmale und auch Untermerkmale aus den Ansprüchen und/oder beliebige Merkmale und auch Teilmerkmale aus einem Satz der Beschreibung in beliebiger Art mit anderen Merkmalen, Untermerkmalen oder Teilmerkmalen zu kombinieren, dies auch außerhalb der Merkmale unabhängiger Ansprüche.

[0041] In den unterschiedlichen Figuren sind hinsichtlich ihrer Funktion gleichwertige Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, sodass diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

Bezugszeichen

[0042]

20 Träger
 22 elektrischer Kontakt
 24 Widerstandsschicht
 26 Attraktormaterial
 28 biologisches Material
 29 Startbereich
 30 Si-Schicht
 32 Fotolack
 34 Hilfsträger

36 Ort
 37 Abformmasse
 38 Hauptträger
 40 Hauptkontakt
 5 42 Verbindungsleitung

Patentansprüche

10 1. Sicherheitselement mit einer Sicherheitsstruktur, die optisch als Bild und elektrisch als Netzwerk elektrischer Widerstände abfragbar ist, mit einem Träger (20), der eine Anzahl n einzelner elektrischer Kontakte (22) trägt, wobei die Sicherheitsstruktur sich
 15 im Bereich zwischen diesen Kontakten befindet, eine elektrische Leitfähigkeit aufweist und eine elektrische Verbindung jeweils zwischen vielen, möglichst allen n Kontakten bereitstellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Form der Sicherheitsstruktur bestimmt ist

i) entweder durch einen auf dem Träger (20) gewachsenen biologischen Organismus, der ausgehend von einem Startbereich (29) ein verästeltes Wachstum aufweist und dessen Wachstum dadurch stimulierbar ist, dass er auf Attraktoren hinwächst, die jeweils auf den Kontakten positioniert sind,

ii) oder durch einen auf einem Hilfsträger (34) gewachsenen biologischen Organismus, der ausgehend von einem Startbereich (29) ein verästeltes Wachstum aufweist und dessen Wachstum dadurch stimulierbar ist, dass er auf Attraktoren hinwächst, die an den Orten (36) des Hilfsträgers (34) positioniert sind, an denen sich auf dem Träger (20) die Kontakte befinden, wobei die so erhaltene geometrische Form des biologischen Organismus auf den Träger (20) übertragen wurde.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Leitfähigkeit der Sicherheitsstruktur durch eine Widerstandsschicht (24) realisiert ist, und dass diese Widerstandsschicht
 45 vorzugsweise eine ortsabhängige elektrische Leitfähigkeit aufweist.

3. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Attraktormaterial (26) und/oder das im Startbereich (29) deponierte Material des biologischen Organismus in einem Druckverfahren aufgebracht sind.

4. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselementes nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit folgenden Schritten:

a) Bereitstellen eines Trägers (20), der auf einer

Oberfläche eine Anzahl n einzelner elektrischer Kontakte (22) aufweist,

b) flächiges Auftragen einer elektrisch leitfähigen Schicht auf den Bereich zwischen diesen Kontakten und über viele, möglichst alle n Kontakte,

c) Deponieren von Attraktormaterial (26), insbesondere Nährpaste, auf vielen, möglichst allen n Kontakten, und von biologischem Material, insbesondere Schleimpilz, im Bereich zwischen den Kontakten,

d) Warten, bis ein verästeltes Wachstum des biologischen Materials hin zu den Kontakten, die mit Attraktormaterial (26) belegt sind, erfolgt ist, und

e) Entfernen desjenigen Teils der elektrisch leitfähigen Schicht, die nicht von dem biologischen Material, wie es nach Schritt d) vorliegt, bedeckt ist, der verbleibende Teil bildet die Sicherheitsstruktur.

5. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit folgenden Schritten:

a) Bereitstellen eines Trägers (20), der auf einer Oberfläche eine Anzahl n einzelner elektrischer Kontakte (22) aufweist,

b) Deponieren von Attraktormaterial (26), insbesondere Nährpaste, auf vielen, möglichst allen n Kontakten, und von biologischem Material, insbesondere Schleimpilz, im Bereich zwischen den Kontakten, wobei das Attraktormaterial (26) dem biologischen Material eine elektrische Leitfähigkeit vermittelt und/oder das biologische Material von Hause aus elektrisch leitfähig ist,

c) Warten, bis ein verästeltes Wachstum des biologischen Materials hin zu den Kontakten, die mit Attraktormaterial (26) belegt sind, erfolgt ist,

d) gegebenenfalls Beenden des Wachstums des biologischen Materials, zum Beispiel durch Abtöten und

e) Verwendung des gewachsenen, elektrisch leitfähigen biologischen Materials als Sicherheitsstruktur.

6. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit folgenden Schritten:

a) Bereitstellen eines Trägers (20), der auf einer Oberfläche eine Anzahl n einzelner elektrischer Kontakte (22) aufweist,

b) Bereitstellen eines Hilfsträgers (34) und Deponieren von Attraktormaterial (26), insbesondere Nährpaste, auf vielen, möglichst allen Orten (36), an denen sich die Kontakte auf den Träger (20) befinden, und von biologischem Ma-

terial, insbesondere Schleimpilz, im Bereich zwischen den Orten (36),

c) Warten, bis ein verästeltes Wachstum des biologischen Materials hin zu den Orten (36), die mit Attraktormaterial (26) belegt sind, erfolgt ist,

d) gegebenenfalls Beenden des Wachstums des biologischen Materials, zum Beispiel durch Abtöten,

e) Abformen der geometrischen Struktur des gewachsenen biologischen Materials mittels Stempelmateriale und Entfernen des erhaltenen Stempels vom Hilfsträger (34) und vom biologischen Material,

f) Füllen des Stempels mit elektrisch leitfähiger Druckpaste und passgenaues Bedrucken des Trägers (20) mit dieser Druckpaste, und

g) Verwenden der auf dem Träger (20) befindlichen, aufgedruckten geometrischen Struktur als Sicherheitsstruktur.

7. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit folgenden Schritten:

a) Bereitstellen eines Trägers (20), der auf einer Oberfläche eine Anzahl n einzelner elektrischer Kontakte (22) aufweist,

b) flächiges Auftragen einer elektrisch leitfähigen Schicht auf den Bereich zwischen diesen Kontakten und über viele, möglichst alle n Kontakte,

c) Bereitstellen eines Hilfsträgers (34) und Deponieren von Attraktormaterial (26), insbesondere Nährpaste, auf vielen, möglichst allen Orten (36), an denen sich die Kontakte auf den Träger (20) befinden, und von biologischem Material, insbesondere Schleimpilz, im Bereich zwischen den Orten (36),

d) Warten, bis ein verästeltes Wachstum des biologischen Materials hin zu den Orten (36), die mit Attraktormaterial (26) belegt sind, erfolgt ist,

e) gegebenenfalls Beenden des Wachstums des biologischen Materials, zum Beispiel durch Abtöten,

f) Abformen der geometrischen Struktur des gewachsenen biologischen Materials mittels Stempelmateriale und Entfernen des erhaltenen Stempels vom Hilfsträger (34) und vom biologischen Material,

f) Füllen des Stempels mit einem aushärtbaren Lack, beispielsweise Photoresist, und passgenaues Bedrucken des Trägers (20) mit diesem Lack,

g) Entfernen desjenigen Teils der elektrisch leitfähigen Schicht, die nicht von dem Lack bedeckt ist, und

h) Verwenden des auf dem Träger (20) befind-

lichen, verbliebenen Teils der elektrisch leitfähigen Schicht als Sicherheitsstruktur.

8. Verwendung eines Sicherheitselements nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder eines nach einem der Ansprüche 4 bis 7 hergestellten Sicherheitselements zur Authentifizierung eines Gegenstandes, mit dem das Sicherheitselement verbunden ist, wobei

- das Sicherheitselement mit einer Abfrageeinrichtung erfasst wird, die einerseits optisch die geometrische Form der Sicherheitsstruktur erfasst und mit einem Originalbild, das an einem Speicherort gespeichert ist, vergleicht und andererseits elektrisch das Widerstandsnetzwerk abfragt und die dabei erfassten Widerstandswerte mit Originalwerten, die an dem Speicherort gespeichert sind, vergleicht, und
- nur dann, wenn beide Vergleiche positiv sind, ein Signal ausgibt, das die erfolgreiche Authentifizierung des Sicherheitselements anzeigt.

Claims

1. Security element with a security structure, which can be interrogated optically as an image, and electrically as a network of electrical resistances, with a substrate (20), which carries a number n of individual electrical contacts (22), wherein

the security structure is located in the region between these contacts, has an electrical conductivity, and provides an electrical connection in each case between many, preferably all n, contacts,

characterised in that,

the geometric shape of the security structure is determined:

i) either, by a biological organism grown on the substrate (20), which, originating from a starting region (29), has a branched growth, and whose growth can be stimulated, **in that** it grows towards attractors, which are positioned on the respective contacts, ii) or, by a biological organism grown on an auxiliary substrate (34), which organism, originating from a starting region (29), has a branched growth, and the growth of which can be stimulated by growing towards attractors positioned at the sites (36) on the auxiliary substrate (34) at which the contacts are located on the substrate (20), wherein the geometric shape of the biological organism thus obtained has been transferred to the substrate (20).

2. Device according to Claim 1, **characterised in that,**

the electrical conductivity of the security structure is implemented as a resistance layer (24), and **in that,** the said resistance layer preferably has a site-dependent electrical conductivity.

3. Device according to one of the preceding claims, **characterised in that,** the attractor material (26), and/or the material of the biological organism deposited in the starting region (29), are applied in a printing process.

4. Method for the manufacture of a security element according to one of the preceding claims, with the following steps:

a) provision of a substrate (20), which on one surface has a number n of individual electrical contacts (22),
b) planar application of an electrically conductive layer onto the region between the said contacts, and over many, if possible, all n, contacts,
c) deposition of attractor material (26), in particular nutrient paste, onto many, if possible, all n, contacts, and of biological material, in particular slime mould, in the region between the contacts,
d) a wait, until a branched growth of the biological material towards the contacts that are occupied by attractor material (26) has occurred, and
e) removal of that part of the electrically conductive layer that is not covered by the biological material that is present according to step d); the remaining part forms the security structure.

5. Method for the manufacture of a security element according to one of the Claims 1 to 3, with the following steps:

a) provision of a substrate (20), which on one surface has a number n of individual electrical contacts (22),
b) deposition of attractor material (26), in particular nutrient paste, onto many, if possible, all n, contacts, and of biological material, in particular slime mould, in the region between the contacts, wherein the attractor material (26) imparts an electrical conductivity to the biological material, and/or the biological material is inherently electrically conductive,
c) a wait, until a branched growth of the biological material towards the contacts that are occupied by attractor material (26) has occurred,
d) where appropriate, termination of the growth of the biological material, for example by killing the latter, and

e) use of the grown, electrically conductive biological material as a security structure.

6. Method for the manufacture of a security element according to one of the Claims 1 to 3, with the following steps:

a) provision of a substrate (20), which on one surface has a number n of individual electrical contacts (22),
 b) provision of an auxiliary substrate (34), and deposition of attractor material (26), in particular nutrient paste, onto many, if possible, all, sites (36), at which the contacts are located on the substrate (20), and of biological material, in particular slime mould, in the region between the contacts (36),
 c) a wait, until a branched growth of the biological material towards the sites (36) that are occupied by attractor material (26) has occurred,
 d) where appropriate, termination of the growth of the biological material, for example by killing the latter,
 e) moulding of the geometric structure of the grown biological material by means of stamp material, and removal of the obtained stamp from the auxiliary substrate (34), and from the biological material,
 f) filling of the stamp with electrically conductive printing paste, and precise printing of the substrate (20) with the said printing paste, and
 g) use of the printed geometric structure located on the substrate (20) as a security structure.

7. Method for the manufacture of a security element according to one of the Claims 1 to 3, with the following steps:

a) provision of a substrate (20), which on one surface has a number n of individual electrical contacts (22),
 b) planar application of an electrically conductive layer onto the region between these contacts, and over many, if possible, all n , contacts,
 c) provision of an auxiliary substrate (34), and deposition of attractor material (26), in particular nutrient paste, at many, preferably all, sites (36) at which the contacts on the substrate (20) are located, and deposition of biological material, in particular slime mould, in the region between the sites (36),
 d) a wait until a branched growth of the biological material towards the sites (36) that are occupied by attractor material (26) has occurred,
 e) where appropriate, termination of the growth of the biological material, for example by killing the latter,
 f) moulding of the geometric structure of the

grown biological material by means of stamp material, and removal of the obtained stamp from the auxiliary substrate (34), and from the biological material,

g) filling of the stamp with a curable resin, for example photoresist, and precise printing of the substrate (20) with the said resin,

h) removal of that part of the electrically conductive layer that is not covered by the resin, and

i) use of the part of the electrically conductive layer remaining on the substrate (20) as a security structure.

8. Use of a security element according to one of the Claims 1 to 3, or a security element manufactured according to one of the Claims 4 to 7, for the authentication of an object to which the security element is connected, wherein

- the security element is detected with an interrogation device, which, on the one hand, optically detects the geometric shape of the security structure, and compares it with an original image that is stored in a memory location, and, on the other hand, electrically interrogates the resistance network, and compares the resistance values thereby detected with original values stored in the memory location, and

- only outputs a signal that indicates the successful authentication of the security element, if both comparisons are positive.

Revendications

1. Élément de sécurité avec une structure de sécurité, qui peut être interrogée optique autant qu'image et électriquement en tant que réseau de résistances électriques, avec un support (20), qui porte un nombre n de contacts électriques individuels (22), sachant que la structure de sécurité se trouve dans la zone située entre ces contacts, comporte une conductibilité électrique et fournit une liaison électrique respectivement entre tous les n contacts les plus nombreux possibles, **caractérisé en ce que** la forme géométrique de la structure de sécurité est déterminée

i) soit par un organisme biologique développé sur le support (20), qui comporte une croissance ramifiée à partir d'une zone initiale (29) et dont la croissance peut être stimulée par le fait qu'elle évolue sur des attracteurs, qui sont respectivement positionnés sur les contacts,

ii) soit par un organisme biologique développé sur un support auxiliaire (34), qui comporte une croissance ramifiée à partir d'une zone initiale (29) et dont la croissance peut être stimulée par

- le fait qu'elle évolue sur des attracteurs, qui sont positionnés aux endroits (36) du support auxiliaire (34) auxquels se trouvent les contacts sur le support (20), sachant que la forme géométrique ainsi obtenue de l'organisme biologique a été transférée sur le support (20). 5
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la conductibilité électrique de la structure de sécurité est réalisée par une couche de résistance (24) et **en ce que** cette couche de résistance comporte de préférence une conductibilité électrique à dépendance locale. 10
3. Dispositif selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau attracteur (26) et/ou le matériau déposé dans la zone initiale (29) de l'organe biologique est appliqué dans un procédé d'impression. 15
4. Procédé de fabrication d'un élément de sécurité selon l'une quelconque des revendications précédentes avec les étapes suivantes : 20
- a) préparation d'un support (20), qui comporte sur une surface un nombre **n** de contacts électriques individuels (22), 25
 - b) application en surface d'une couche électroconductrice sur la zone située entre ces contacts et sur tous les **n** contacts les plus nombreux possibles 30
 - c) dépôt d'un matériau attracteur (26), en particulier de pâte alimentaire, sur tous les **n** contacts les plus nombreux possibles et d'un matériau biologique, en particulier de myxomycète, dans la zone située entre les contacts, 35
 - d) attente jusqu'à ce qu'une croissance ramifiée du matériau biologique ait lieu par rapport aux contacts qui sont enduits de matériau attracteur (26), et 40
 - e) enlèvement de la partie de la couche électroconductrice qui n'est pas recouverte de matériau biologique, comme cela est le cas selon l'étape d), la partie restante forme la structure de sécurité. 45
5. Procédé de fabrication d'un élément de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, 50
- a) préparation d'un support (20), qui comporte sur une surface un nombre **n** de contacts électriques individuels (22), 55
 - b) dépôt d'un matériau attracteur (26), en particulier de pâte alimentaire, sur tous les **n** contacts les plus nombreux possibles et d'un matériau biologique, en particulier de myxomycète, dans la zone située entre les contacts, sachant que le matériau attracteur (26) confère au matériau
- biologique une conductivité électrique et/ou le matériau biologique est initialement électroconducteur, 60
- c) attente jusqu'à ce qu'une croissance ramifiée du matériau biologique par rapport aux contacts qui sont enduits de matériau attracteur (26), ait lieu 65
- d) le cas échéant, finition de la croissance du matériau biologique, par exemple par extinction et 70
- e) utilisation du matériau biologique électroconducteur développé en tant que structure de sécurité. 75
6. Procédé de fabrication d'un élément de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, 80
- a) préparation d'un support (20), qui comporte sur une surface un nombre **n** de contacts électriques individuels (22), 85
 - b) préparation d'un support auxiliaire (34) et dépôt d'un matériau attracteur (26) en particulier de pâte alimentaire, sur tous les endroits (36) les plus nombreux possibles auxquels se trouvent les contacts sur le support (20) et d'un matériau biologique, en particulier de myxomycète, dans la zone située entre les endroits (36), 90
 - c) attente jusqu'à ce qu'une croissance ramifiée du matériau biologique par rapport aux endroits (36) qui sont enduits de matériau attracteur (26), ait lieu, 95
 - d) le cas échéant, finition de la croissance du matériau biologique, par exemple par extinction, 100
 - e) déformation de la structure géométrique du matériau biologique développé au moyen d'un matériel d'estampage et enlèvement de l'empreinte obtenue du support auxiliaire (34) et du matériau biologique, 105
 - f) remplissage de l'empreinte de pâte d'impression électroconductrice et impression adaptée du support (20) avec cette pâte d'impression et 110
 - g) utilisation de la structure géométrique imprimée, se trouvant sur le support (20) en tant que structure de sécurité. 115
7. Procédé de fabrication d'un élément de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 avec les étapes suivantes : 120
- a) préparation d'un support (20), qui comporte sur une surface un nombre **n** de contacts électriques individuels (22), 125
 - b) application en surface d'une couche électroconductrice sur la zone située entre ces contacts et sur tous les **n** contacts les plus nombreux possibles, 130
 - c) préparation d'un support auxiliaire (34) et dépôt d'un matériau attracteur (26) en particulier

de pâte alimentaire, sur tous les endroits (36)
 les plus nombreux possibles auxquels se trou-
 vent les contacts sur le support (20) et d'un ma-
 tériel biologique, en particulier de myxomycète,
 dans la zone située entre les endroits (36), 5
 d) attente jusqu'à ce qu'une croissance ramifiée
 du matériel biologique ait lieu par rapport aux
 endroits (36), qui sont enduits de matériel at-
 tracteur (26),
 e) le cas échéant, finition de la croissance du 10
 matériel biologique, par exemple par extinction,
 f) déformation de la structure géométrique du
 matériel biologique développé au moyen d'un
 matériel d'estampage et enlèvement de l'em-
 preinte obtenue du support auxiliaire (34) et du 15
 matériel biologique,
 g) remplissage de l'empreinte avec une laque
 durcissable, par exemple photosensible, et im-
 pression adaptée du support (20) avec cette la-
 que, 20
 h) enlèvement de la partie de la couche électro-
 conductrice qui n'est pas recouverte par la laque
 et
 i) utilisation de la partie restante, se trouvant sur
 le support (20) de la couche électroconductrice 25
 en tant que structure de sécurité.

8. Utilisation d'un élément de sécurité selon l'une quel-
 conque des revendications 1 à 3 ou d'un élément de
 sécurité fabriqué selon l'une quelconque des reven- 30
 dications 4 à 7 pour l'authentification d'un objet avec
 lequel l'élément de sécurité est relié, sachant que

- l'élément de sécurité est saisi avec un dispositif
 d'interrogation, qui saisit d'une part optiquement 35
 la forme géométrique de la structure de sécurité
 et compare à une image originale, qui est mé-
 morisée à un lieu de mémorisation et interroge
 d'autre part électriquement la structure réticu- 40
 laire de résistance et compare les valeurs de
 résistance saisies à cet effet à des valeurs ori-
 ginales et
 - n'émet ensuite, que les deux comparaisons
 sont positives, un signal, qui affiche l'authentifi-
 cation réussie de l'élément de sécurité. 45

50

55

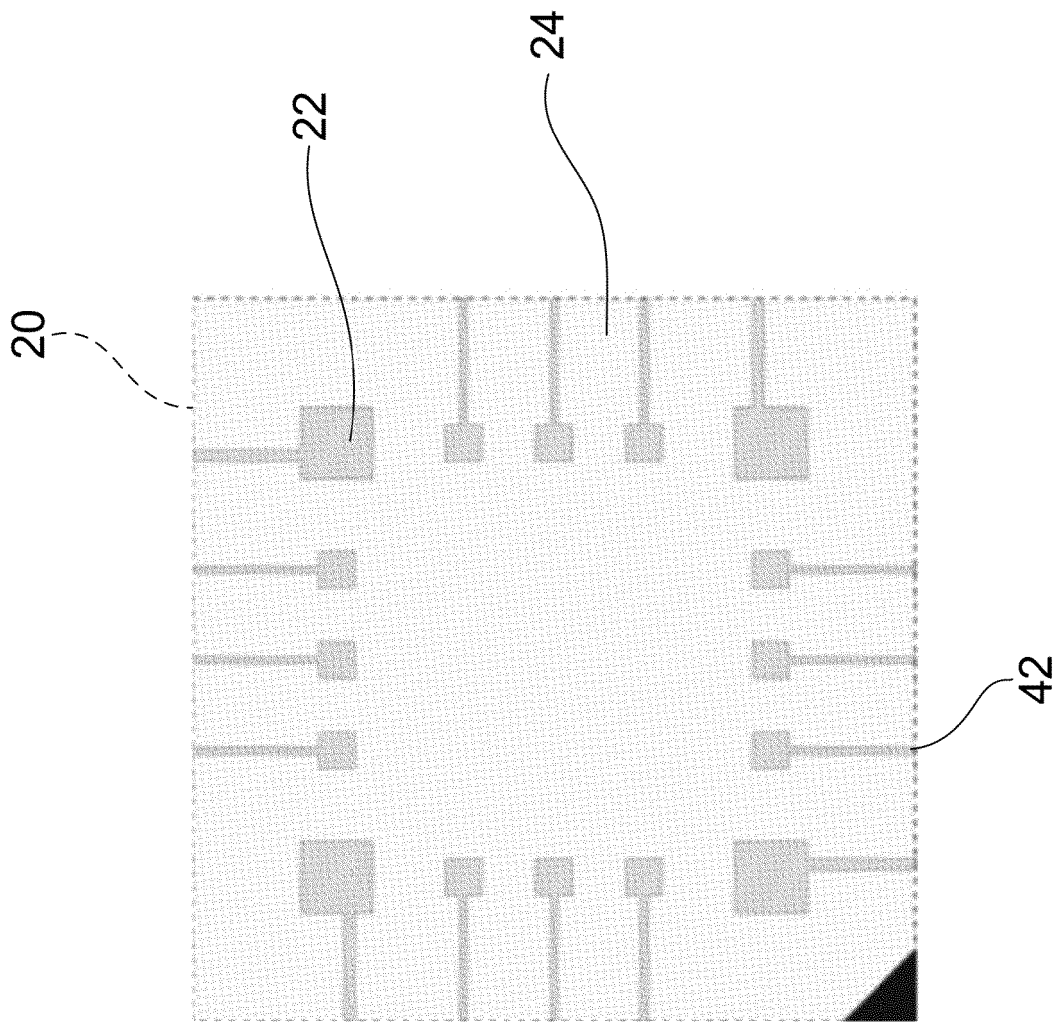


Fig. 1

Fig. 2

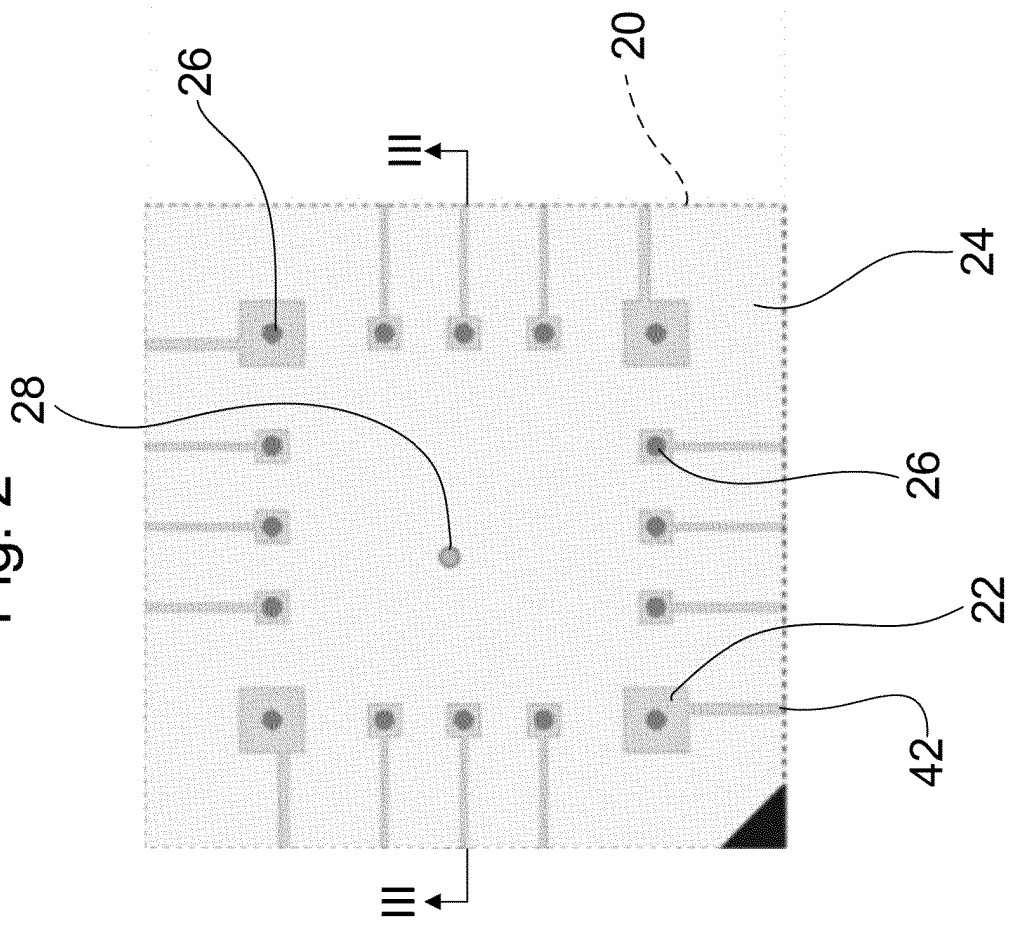


Fig. 3

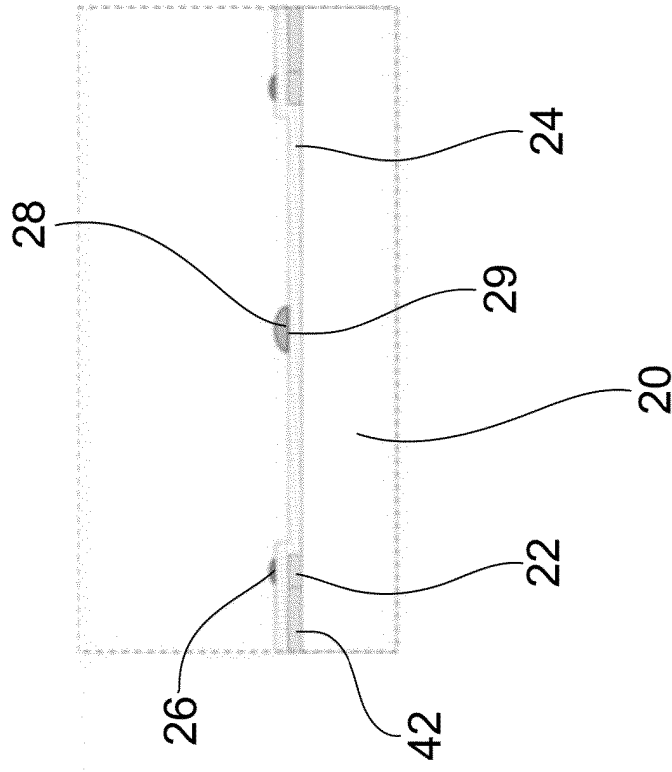


Fig. 5

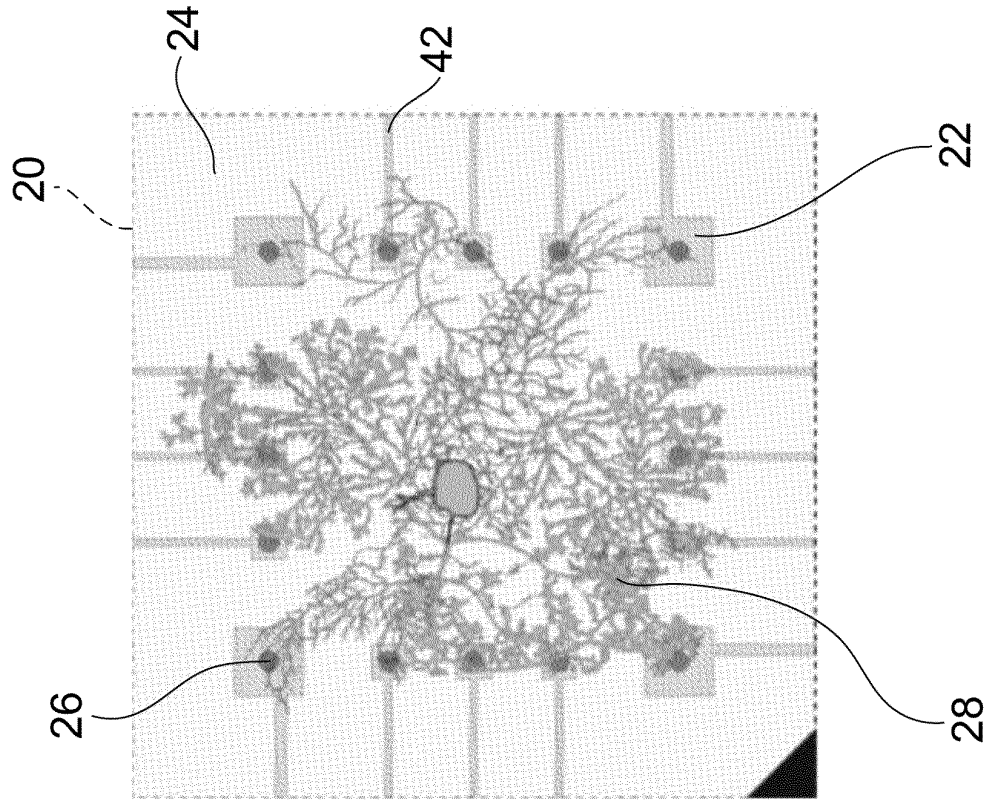


Fig. 4

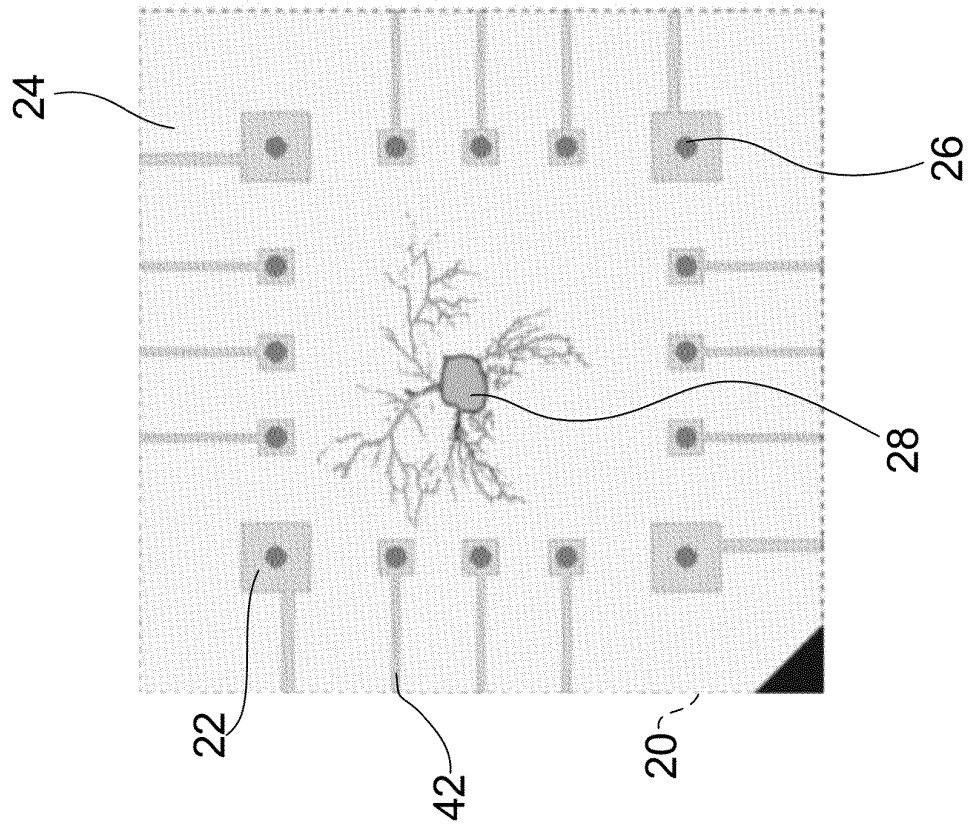


Fig. 6

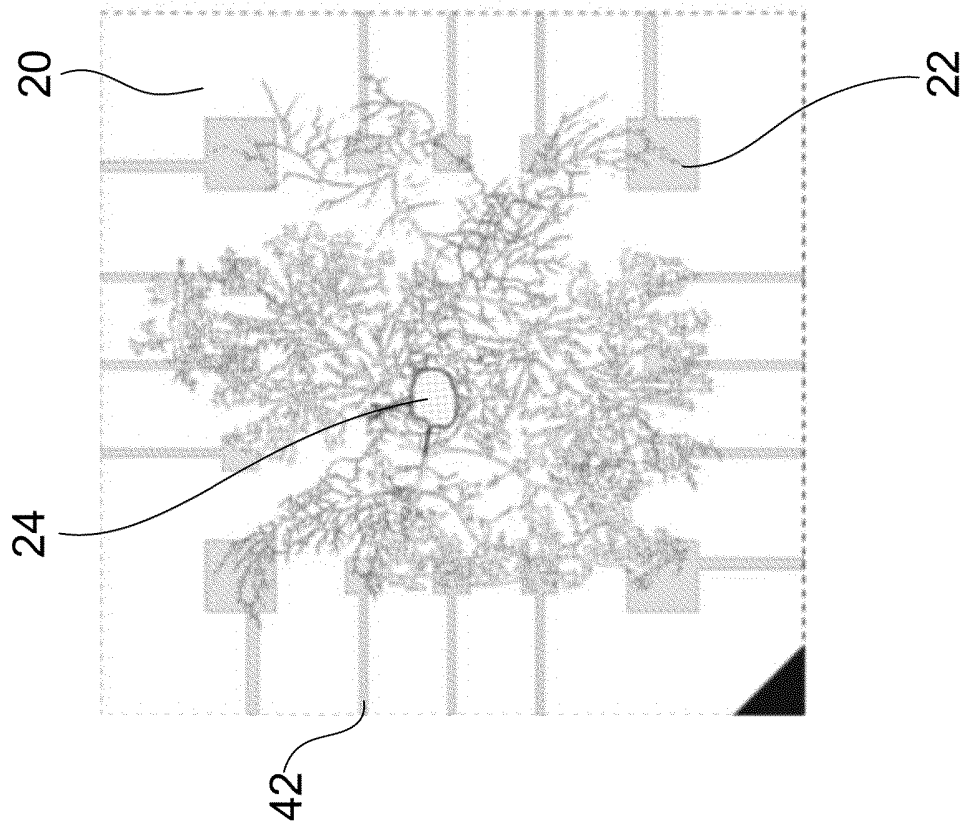


Fig. 7

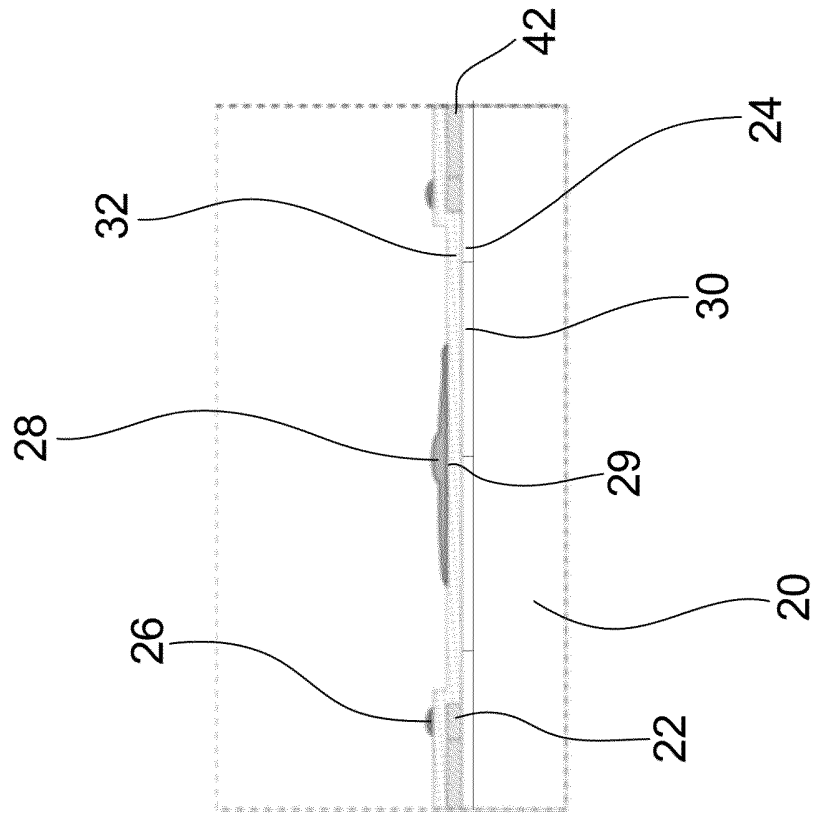


Fig. 9

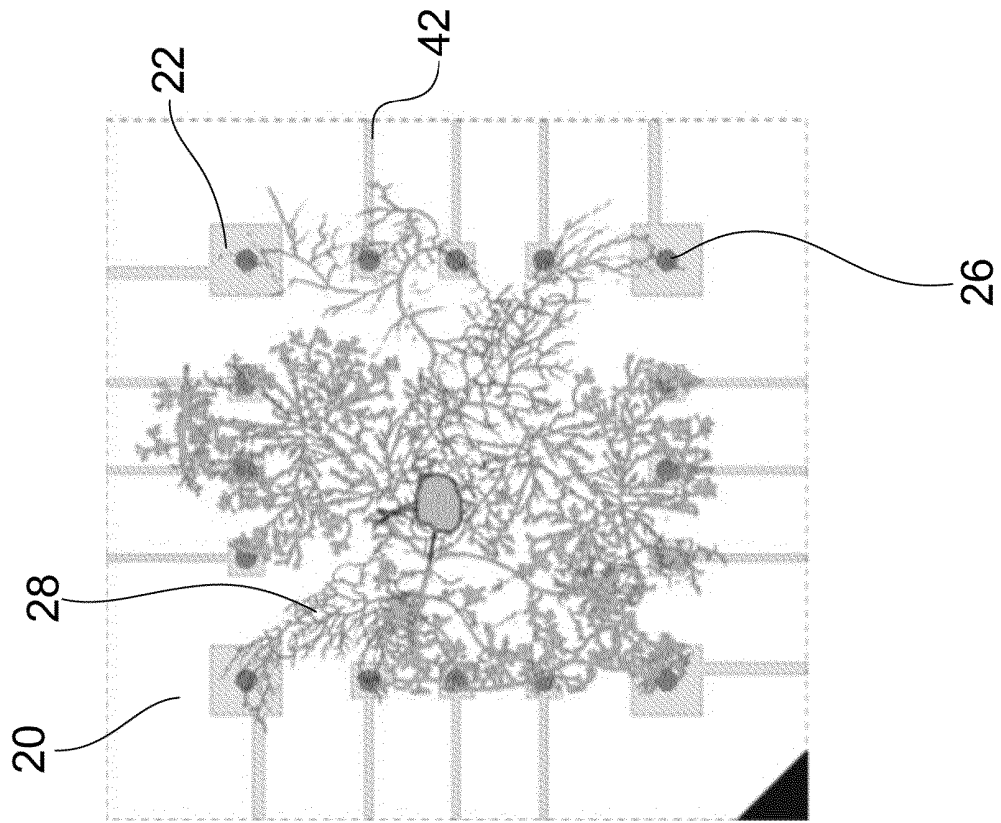


Fig. 8

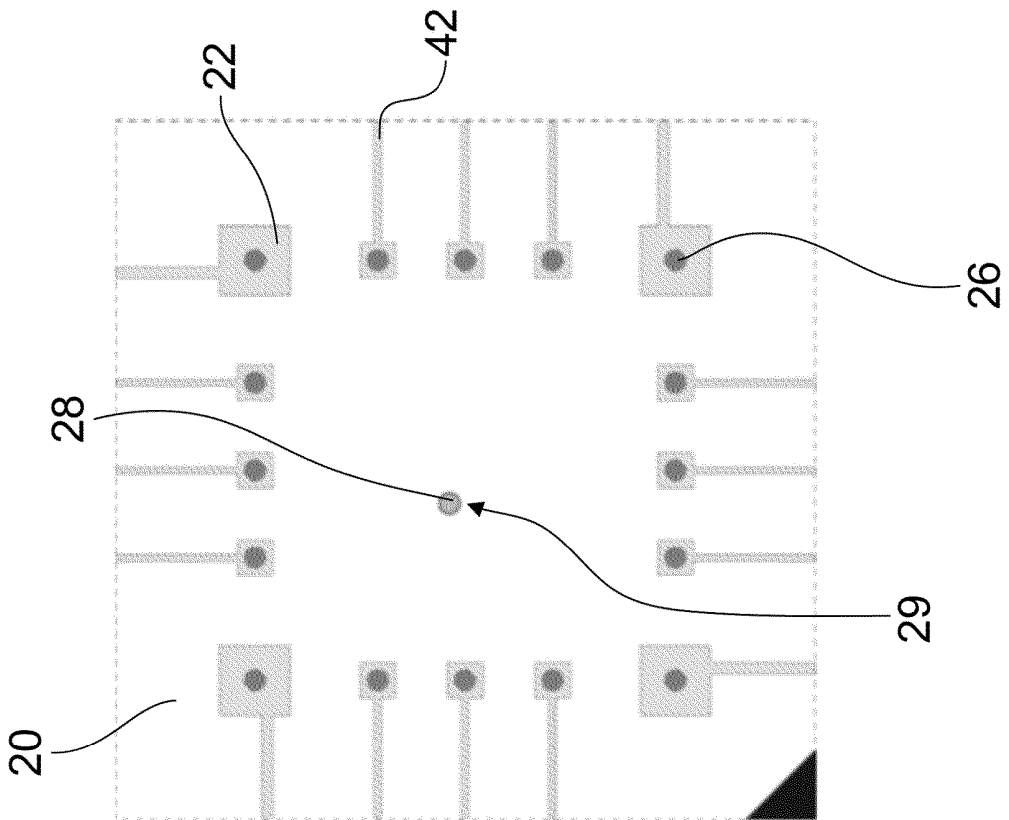


Fig. 11

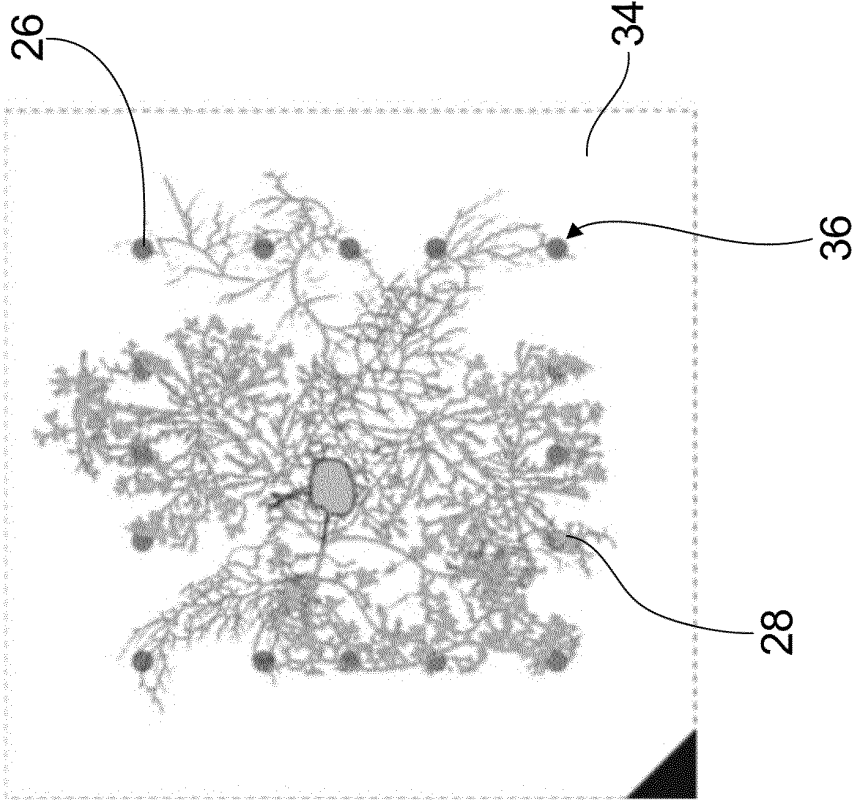


Fig. 10

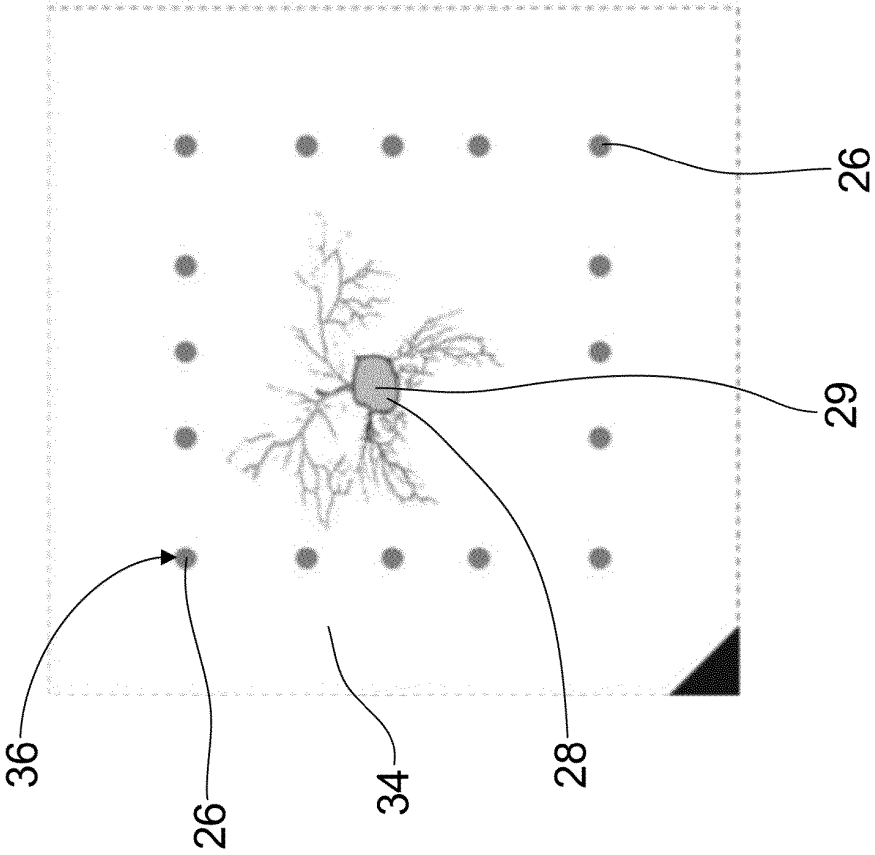


Fig. 12

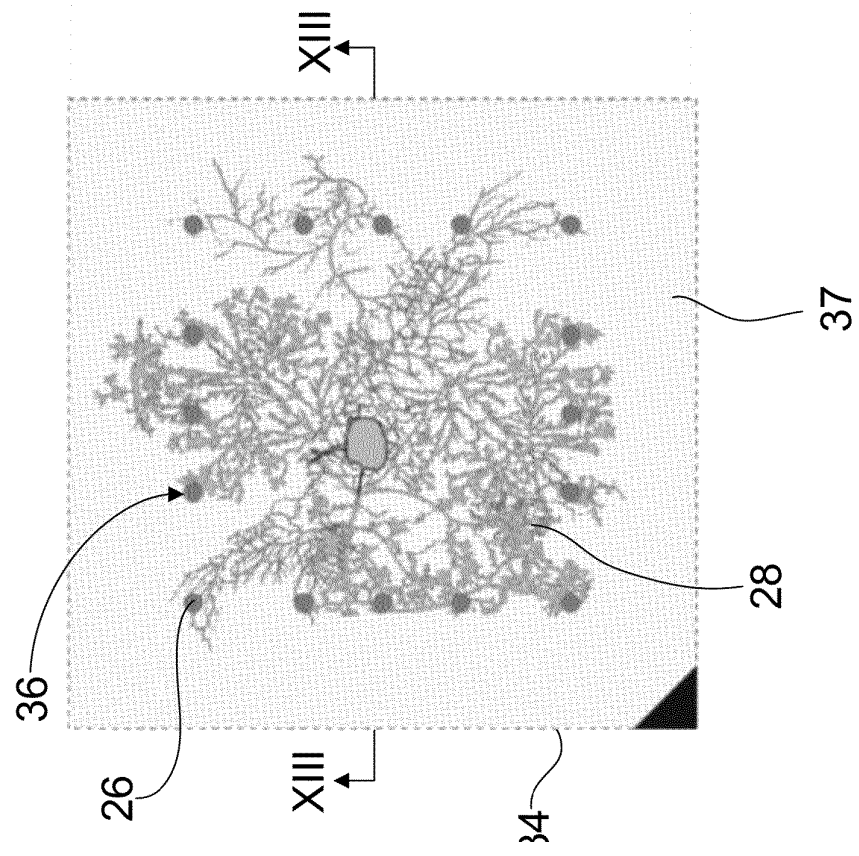


Fig. 13

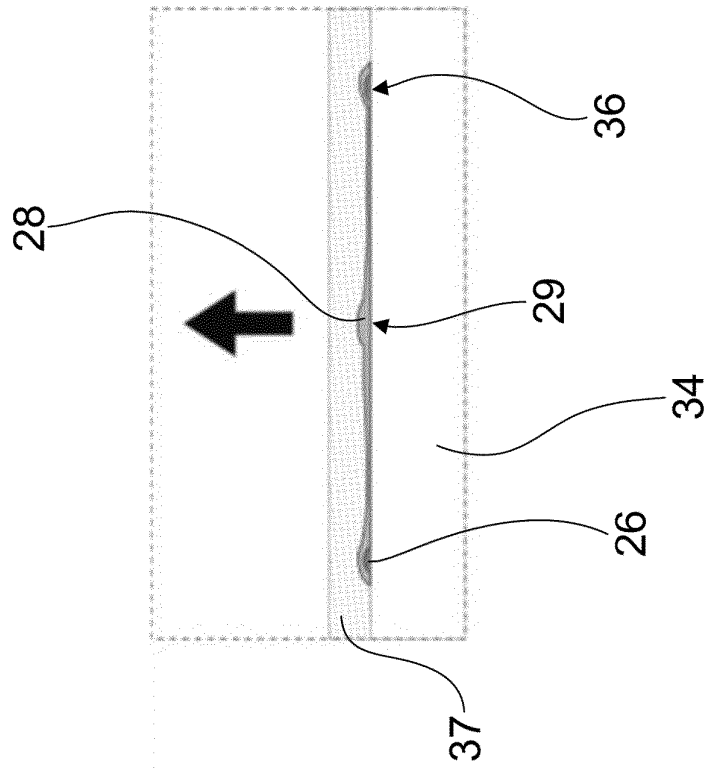
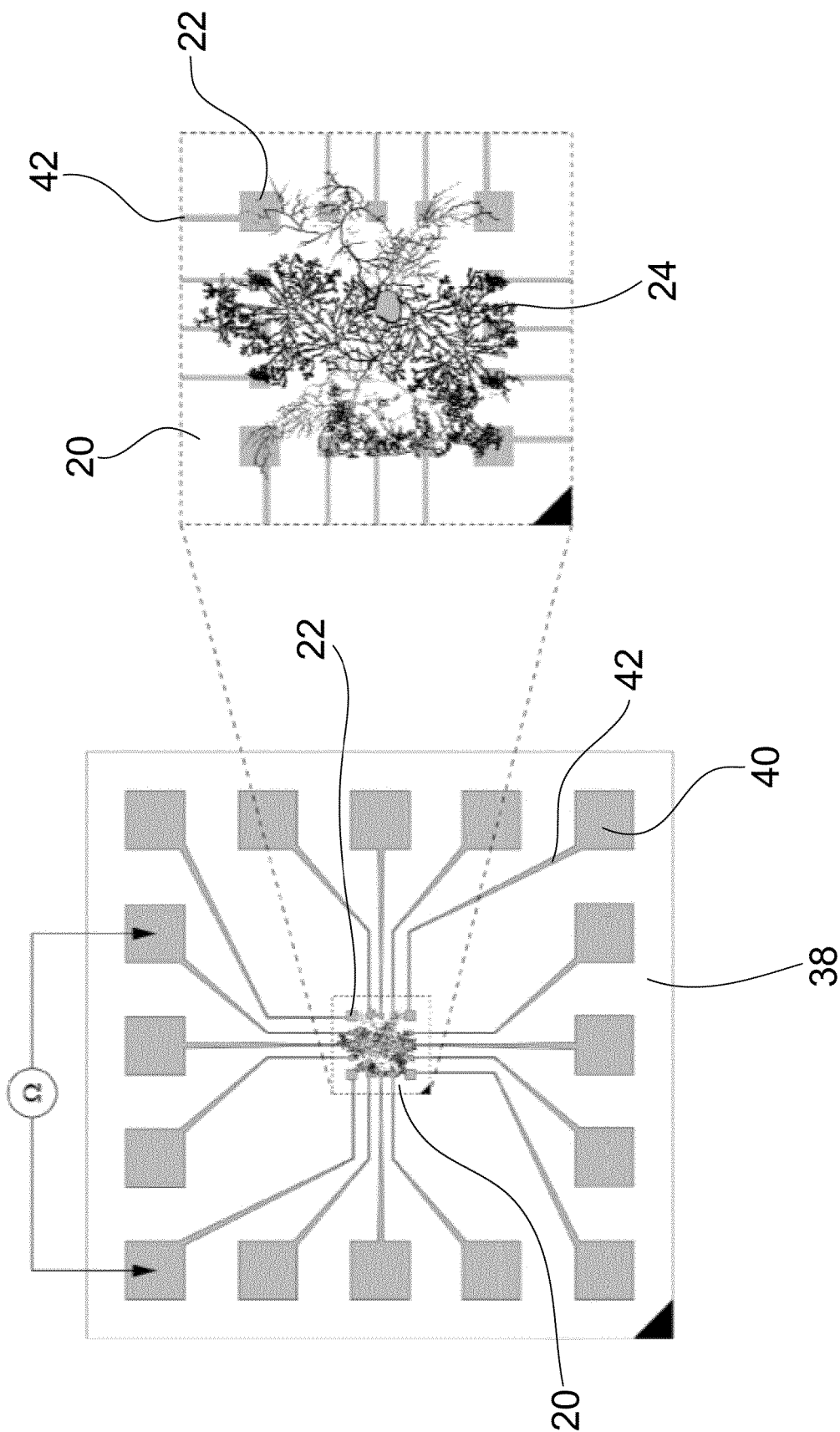


Fig. 14



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2017114572 A1 [0002] [0009]
- WO 2015124770 A1 [0003]
- EP 1839279 B1 [0004]
- WO 2017130005 A1 [0005]
- WO 2012065076 A1 [0006]
- WO 2014165047 A1 [0007]
- WO 2015183243 A1 [0008]