

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 février 2009 (05.02.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/016450 A2

(51) Classification internationale des brevets : **Non classée**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2008/001888

(22) Date de dépôt international : 14 juillet 2008 (14.07.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07 05600 31 juillet 2007 (31.07.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **STMI-CROELECTRONICS ROUSSET SAS** [FR/FR]; Avenue du Coq, F-13790 Rousset (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **STEFFEN, Francis** [FR/FR]; 1120 Chemin du Grand Royal, F-83470 Saint Maximin (FR). **ASSAUD, Gilbert** [FR/FR]; 24 Boulevard Charles, F-13011 Marseille (FR).

(74) Mandataires : **MARCHAND, André** etc.; Omnipat, 24 Place des Martyrs de la Résistance, F-13100 Aix en Provence (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TEAR PROTECTED CIRCUIT

(54) Titre : CIRCUIT PROTEGE CONTRE L'ARRACHEMENT

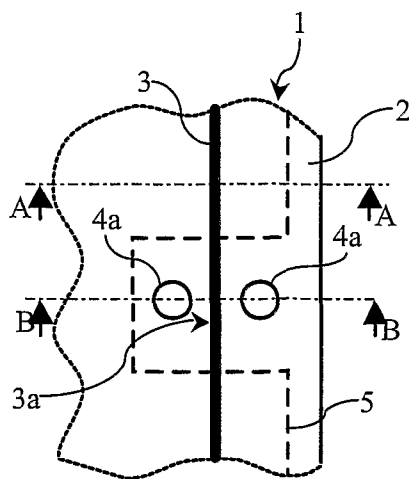


Fig. 1A

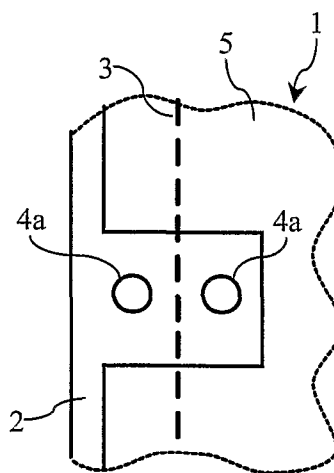


Fig. 1B

(57) **Abstract:** The invention relates to a circuit (1) including a flexible substrate (2) and at least one electric member (3) connected to the substrate. According to the invention, the substrate includes at least one cavity (4a) provided in the vicinity of the electric member and promoting a breakage or a deformation of the electric member in response to a flexion or a stretching of the substrate. The invention is particularly useful for producing tear-protected electronic micro-modules.

(57) **Abstrégé :** L'invention concerne un circuit (1) comprenant un substrat flexible (2) et au moins un élément électrique (3) solidaire du substrat. Selon l'invention, le substrat comporte au moins une cavité (4a) agencée à proximité de l'élément électrique et favorisant une rupture ou une déformation de l'élément électrique en réponse à une flexion ou un étirement du substrat. Application notamment à la réalisation de micromodules électroniques protégés contre l'arrachement.

WO 2009/016450 A2



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport*

CIRCUIT PROTEGE CONTRE L'ARRACHEMENT

La présente invention concerne un circuit flexible, un micromodule réalisé à partir d'un tel circuit ainsi qu'un dispositif comprenant un tel circuit.

La présente invention concerne de façon générale les dispositifs comprenant un circuit électronique embarqué, notamment mais non exclusivement les cartouches d'encre.

Différents produits comme les cartouches pour imprimantes sont communément équipés d'un circuit intégré comprenant des données de gestion et d'authentification, qui est destiné à communiquer avec un système utilisateur. Le circuit intégré se présente sous la forme d'une microplaquette de semi-conducteur montée sur un circuit d'interconnexion qui est collé dans ou sur le boîtier de la cartouche. Le circuit d'interconnexion peut comporter un film polymère flexible et des pistes conductrices reliant des plages de contact du circuit à des contacts du circuit intégré.

Les données détenues par le circuit intégré peuvent être indispensables à la bonne utilisation du produit auquel il est associé et notamment son acceptation par le système utilisateur. Ainsi, la récupération du circuit intégré peut avoir un intérêt technique ou commercial, par exemple pour réaliser un produit de substitution. Pour ce faire, on peut procéder par décollement du circuit d'interconnexion sur lequel est fixé le circuit intégré et son recollement sur un boîtier recyclé voire contrefaisant.

Il peut ainsi être souhaité de commercialiser des produits comprenant un circuit intégré qui ne soit pas récupérable.

Selon un mode de réalisation, l'invention prévoit un circuit comprenant un substrat flexible et au moins un

élément électrique solidaire du substrat et présentant une caractéristique électrique, dans lequel le substrat comporte au moins une cavité agencée à proximité de l'élément électrique ou d'une partie de l'élément
5 électrique et favorisant une rupture de l'élément électrique ou une déformation de l'élément électrique entraînant une altération de sa caractéristique électrique, en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

10 Selon un mode de réalisation, le substrat comprend au moins une cavité agencée à côté de l'élément électrique.

Selon un mode de réalisation, le substrat comprend au moins deux cavités agencées de chaque côté de
15 l'élément électrique pour former entre les deux cavités une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat favorisant la rupture ou la déformation de l'élément électrique en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

20 Selon un mode de réalisation, le substrat comprend au moins une cavité agencée sous l'élément électrique, de telle sorte que l'élément électrique n'est pas supporté par le substrat dans la région où s'étend la cavité et présente un point de rupture ou de déformation privilégié
25 dans cette région.

Selon un mode de réalisation, la cavité est un orifice qui traverse entièrement le substrat.

Selon un mode de réalisation, la cavité présente une largeur ou un diamètre supérieur à une largeur de
30 l'élément électrique.

Selon un mode de réalisation, le circuit comprend au moins une cavité formant un orifice traversant le substrat, et un élément électrique dont une partie est prisonnière de l'extrémité distale d'une pièce traversant
35 l'orifice, pour provoquer la rupture de l'élément

électrique en réponse à un déplacement du substrat relativement à la pièce traversant la cavité.

Selon un mode de réalisation, le substrat est en un matériau polymère.

5 Selon un mode de réalisation, le substrat comprend au moins trois cavités alignées suivant une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat.

 Selon un mode de réalisation, une face arrière du substrat est revêtue d'une couche adhésive et présente
10 une zone d'épargne dépourvue de couche adhésive dans une région correspondant sensiblement à une région en face avant où se trouvent la cavité et l'élément électrique.

 Selon un mode de réalisation, l'élément électrique est une piste conductrice ou un tronçon de piste
15 conductrice.

 Selon un mode de réalisation, l'élément électrique est un élément résistif, capacitif, ou inductif.

 Un mode de réalisation de l'invention se rapporte également à un micromodule comprenant un circuit selon
20 l'invention, et au moins un composant électronique monté sur le circuit, comprenant au moins un contact électrique relié électriquement à l'élément électrique.

 Selon un mode de réalisation, l'élément électrique forme une antenne.

25 Un mode de réalisation de l'invention se rapporte également à un dispositif comprenant un circuit selon l'invention et un support recevant le circuit.

 Selon un mode de réalisation, le support présente au moins une partie en saillie traversant un orifice
30 pratiqué dans le circuit, et le circuit comprend au moins un élément électrique prisonnier de la partie en saillie.

 Selon un mode de réalisation, le dispositif prend la forme d'une cartouche d'encre ayant un boîtier dont une partie forme le support.

Un mode de réalisation de l'invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'un circuit comprenant une étape consistant à réaliser dans ou sur un substrat flexible au moins un élément électrique présentant une caractéristique électrique, et une étape consistant à pratiquer dans le substrat, à proximité de l'élément électrique ou d'une partie de celui-ci, au moins une cavité favorisant la rupture de l'élément électrique ou la déformation de l'élément électrique entraînant une altération de sa caractéristique électrique, en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape consistant à pratiquer au moins une cavité à côté de l'élément électrique.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape consistant à pratiquer au moins deux cavités de chaque côté de l'élément électrique pour former entre les deux cavités une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat favorisant la rupture ou la déformation de l'élément électrique en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape consistant à pratiquer au moins une cavité sous l'élément électrique, de telle sorte que l'élément électrique n'est pas supporté par le substrat dans la région où s'étend la cavité et présente un point de rupture ou de déformation privilégié dans cette région.

Selon un mode de réalisation, la cavité est pratiquée sous forme d'orifice traversant entièrement le substrat.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape consistant à pratiquer dans le substrat au moins trois cavités alignées suivant une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape consistant à revêtir une face arrière du substrat d'une couche adhésive en prévoyant une zone d'épargne dépourvue de couche adhésive dans une région
5 correspondant sensiblement à une région en face avant où se trouvent la cavité et l'élément électrique.

Selon un mode de réalisation, l'étape de réalisation de l'élément électrique comprend une étape de découpe d'un motif conducteur et une étape de fixation du
10 motif conducteur sur la face avant du substrat par laminage ou collage.

Selon un mode de réalisation, l'élément électrique est une piste conductrice ou un tronçon de piste conductrice.

15 Selon un mode de réalisation, l'élément électrique est un élément résistif, capacitif, ou inductif.

Un mode de réalisation de l'invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'un dispositif, comprenant des étapes de fabrication d'un circuit
20 conforme au procédé décrit ci-dessus, et une étape de collage de la face arrière du circuit sur un support, au moyen d'un adhésif.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une étape consistant à prévoir sur la face arrière du
25 substrat une zone d'épargne dépourvue d'adhésif de manière à favoriser la rupture ou la déformation de l'élément électrique en réponse à une tentative d'arrachement du circuit relativement au support.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend
30 les étapes consistant à prévoir au moins une partie en saillie solidaire du support, pratiquer au moins un orifice correspondant dans le circuit, fixer le circuit sur le support de manière que la partie en saillie traverse l'orifice correspondant, et emprisonner une
35 partie d'un élément électrique dans la partie en saillie,

pour provoquer la rupture de l'élément électrique en réponse à un déplacement du substrat relativement au support.

Selon un mode de réalisation, l'étape
5 d'enchâssement du tronçon comprend une étape de fusion de deux éléments de la partie en saillie.

Selon un mode de réalisation, le procédé est appliqué à la fabrication d'une cartouche d'encre comprenant un boîtier, et comprend une étape consistant à
10 utiliser comme support une paroi du boîtier de la cartouche d'encre.

Dans ce qui suit sont décrits des exemples de mise en œuvre de l'invention. Ces exemples sont décrits à titre non limitatif en relation avec les figures jointes
15 parmi lesquelles :

- la figure 1A est une vue de dessus partielle d'un exemple de réalisation d'un circuit selon l'invention ;
- la figure 1B est une vue de dessous partielle du circuit de la figure 1A ;
- 20 - les figures 2A, 2B sont des vues partielles en coupe suivant différents axes de coupe du circuit de la figure 1A ;
- la figure 3A est une vue de dessus partielle d'un autre exemple de réalisation d'un circuit selon l'invention ;
- 25 - la figure 3B est une vue partielle en coupe du circuit de la figure 3A ;
- la figure 4A est une vue de dessus partielle d'un exemple de réalisation d'un micromodule selon l'invention ;
- 30 - la figure 4B est une vue en coupe du micromodule de la figure 4A ;
- la figure 4C montre le micromodule de la figure 4A fixé sur un support ;

- la figure 5A est une vue de dessus partielle d'un autre exemple de réalisation d'un micromodule selon l'invention, monté sur un support ;
- la figure 5B est une vue partielle, en coupe, du micromodule de la figure 5A et du support ;
- la figure 6 illustre une étape d'assemblage du micromodule de la figure 5A sur le support ;
- la figure 7 représente schématiquement une cartouche d'encre comprenant un micromodule selon l'invention ;
- la figure 8 illustre un exemple de réalisation d'un procédé de fabrication collective de micromodules selon l'invention, et
- la figure 9 est une vue de dessus d'encore un autre exemple de réalisation d'un micromodule selon l'invention.

Les exemples de réalisation de l'invention décrits dans ce qui suit visent essentiellement la rupture d'éléments électriques prenant la forme de pistes conductrices. Toutefois, le champ d'application de l'invention n'est pas limité à la rupture d'une piste conductrice. L'invention peut être appliquée à la destruction ou la simple déformation d'éléments électriques de type résistif, capacitif ou inductif. Peut notamment être visée la destruction pure et simple d'un élément résistif, capacitif ou inductif ou simplement une variation de sa caractéristique électrique (résistance, capacité électrique, ou inductance) suite à une déformation du substrat sur lequel l'élément est agencé. Une déformation d'un tel élément peut être détectée visuellement. Egalement, une variation de résistance, de capacitance ou d'inductance d'un tel élément, ainsi que l'apparition d'un circuit ouvert, peuvent être détectées électriquement et identifiées comme représentatives d'un stress anormal appliqué au produit concerné. Des actions peuvent être prévues suite à une telle détection, par

exemple le blocage hardware ou logiciel d'un circuit intégré connecté aux éléments électriques ayant subi une déformation anormale.

Les figures 1A et 1B sont des vues partielles d'un exemple de réalisation d'un circuit 1 selon l'invention. Le circuit est vu de dessus sur la figure 1A et de dessous sur la figure 1B. La figure 2A est une vue en coupe du circuit selon un axe de coupe AA et la figure 2B une vue en coupe de ce circuit selon un axe de coupe BB.

Le circuit 1 comprend un substrat 2 et au moins une piste électriquement conductrice 3 s'étendant sur la face avant du substrat 2. Le substrat 2 est de type flexible et est par exemple en un matériau polymère tel qu'une résine époxyde ou polyester. La piste est de préférence du type non flexible ou faiblement flexible et peut être en métal, par exemple en cuivre, ou en un alliage de métaux. La piste conductrice est susceptible de se rompre si elle subit une flexion ou un étirement au-delà d'un seuil d'élasticité du matériau qui la constitue.

L'invention prévoit ici de favoriser la rupture de la piste 3 en réponse à une flexion ou un étirement du substrat, afin de d'offrir une protection contre l'arrachement du circuit après que celui-ci a été collé sur un support. En d'autres termes, il s'agit ici de rendre le circuit inutilisable s'il a été arraché de son support d'origine.

A cet effet, selon le présent mode de réalisation, des cavités 4a sont pratiquées dans le substrat 2 de chaque côté de la piste 3, par exemple dans une région du substrat où la piste 3 forme un tronçon 3a sensiblement rectiligne. Les cavités 4a sont agencées à proximité du tronçon 3a et leur présence a pour effet de diminuer la résistance du substrat à la flexion ou à l'étirement le long d'une ligne s'étendant entre les deux cavités et passant sous la piste conductrice 3 (correspondant à

l'axe BB sur la figure 1A). Une telle diminution de la résistance du substrat à la flexion ou à l'étirement implique que l'on favorise la flexion ou l'étirement de la piste et par conséquent sa rupture dans la région
5 considérée.

Les cavités 4a sont ici des orifices qui débouchent sur la face arrière du substrat. Elles peuvent présenter une largeur ou un diamètre supérieur à la largeur du tronçon 3a et sont, en tout état de cause, suffisamment
10 proches l'une de l'autre pour affaiblir localement le substrat en flexion ou en étirement. Les cavités 4a sont par exemple agencées à une distance de quelques centaines de micromètres l'une de l'autre, par exemple 200 à 500 micromètres, cette distance pouvant varier en fonction de
15 la largeur du tronçon 3a de la piste conductrice et de la technique de réalisation utilisée (découpe mécanique, laser, etc.).

La piste conductrice 3 présente par exemple une épaisseur de l'ordre de 10 à 80 micromètres et une
20 largeur de l'ordre de 20 à 100 micromètres dans le cas de réalisation par gravure par exemple, ces valeurs pouvant être beaucoup plus faibles (quelques centaines de nanomètres par exemple) en utilisant des techniques de dépôts de matériaux conducteurs ou résistifs.

Le substrat 2 présente par exemple une épaisseur de quelques micromètres à quelques centaines de micromètres, par exemple comprise entre 15 à 200 micromètres. Il va de
25 soi que plus le substrat est fin, plus l'effet de rupture visé est atteint rapidement. Un compromis doit toutefois être fait pour que le substrat présente une flexibilité et une résistance à l'étirement appropriées, afin de ne pas rompre involontairement la piste conductrice 3 pendant la manipulation du substrat ou pendant sa fabrication. On pourra tirer profit d'une dégradation
30 naturelle par l'effet du temps ou de l'environnement d'un

matériau dont les caractéristiques en vieillissement et la proximité des cavités permettent de fragiliser naturellement. Le tronçon de piste 3a présente ici la même largeur que le reste de la piste conductrice 3 mais
5 pourrait également être de moindre largeur afin de favoriser sa rupture.

Comme illustré sur la figure 1B, la face arrière du substrat 2 est recouverte d'une couche adhésive 5 permettant le collage du substrat sur un support (des
10 exemples de réalisation de support seront décrits plus loin). La couche adhésive 5 est par exemple un film adhésif double face sensible à la pression (adhésif "PSA" pour "Pressure Sensitive Adhesive"), une colle de type cyanoacrylate ou une colle technique du type
15 commercialisé sous la marque Hotmelt®. La couche adhésive présente par exemple une épaisseur de l'ordre de quelques micromètres à une centaine de micromètres.

Selon un aspect de l'invention, la face arrière du substrat 2 présente une zone d'épargne dépourvue de
20 couche adhésive 5. Cette zone d'épargne, repérée par des traits pointillés sur la figure 1A, coïncide avec une région de la face avant du substrat où s'étendent le tronçon de piste 3a et les cavités 4a. Cette zone d'épargne favorise localement la flexion ou l'étirement
25 du substrat lorsque celui-ci est décollé d'un support, d'une manière qui apparaîtra clairement par la suite.

Diverses techniques classiques sont utilisables pour solidariser la piste conductrice 3 au substrat 2. La piste peut être assemblée sur le substrat par laminage à
30 chaud ou être fixée sur celui-ci au moyen d'une couche adhésive. Si une technique de fixation par adhésif est utilisée, il convient de s'assurer que l'adhésif ne s'oppose pas à l'effet de rupture voulu par l'invention. Cependant, les couches adhésives utilisées en
35 microélectronique sont généralement de très faible

épaisseur et n'offrent aucune action de renfort qui pourrait retarder ou empêcher la rupture de la piste conductrice 3 en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

5 Les figures 3A, 3B représentent partiellement, respectivement par une vue de dessus et une vue en coupe, un autre exemple de réalisation d'un circuit 1' selon l'invention. Dans cet exemple, le substrat 2 présente une cavité 4b qui s'étend sous un tronçon 3b de la piste
10 conductrice 3, à l'aplomb de celui-ci. Le tronçon de piste 3b s'étend ainsi au-dessus du vide et n'est pas porté par le substrat. La cavité 4b forme un point de flexion ou d'étirement privilégié du substrat, et par conséquent un point de rupture privilégié de la piste
15 conductrice 3.

La figure 4A est une vue de dessus partielle d'un exemple de réalisation d'un micromodule 50 selon l'invention. La figure 4B est une vue en coupe du micromodule 50 selon un axe de coupe DD. Le micromodule
20 50 comprend un circuit 10 sur lequel est montée une microplaquette de semi-conducteur 20. La face avant de la microplaquette 20 présente des contacts 21 et une zone active 22 où est implanté un circuit intégré (non détaillé).

25 Le circuit 10 comprend un substrat 2, des pistes conductrices 3, des cavités 4a, des plages conductrices 7 et des plages conductrices 8. Les plages 7 forment des contacts de surface, accessibles de l'extérieur et permettant de connecter le micromodule 50 à une
30 circuiterie externe. Chaque plage 7 est ici reliée électriquement à une plage 8 par l'intermédiaire d'une piste conductrice 3. Les plages 8 sont par ailleurs reliées électriquement à des contacts 21 de la microplaquette 20. Ces derniers sont ici directement
35 soudés sur les plages 8 suivant la technique de montage

"flip-chip" ("puce retournée"), la face avant de la microplaquette 20 étant orientée vers le circuit 10. Alternativement, les contacts 21 peuvent être collés sur les plages 8 au moyen d'une colle électriquement conductrice.

Comme décrit plus haut en relation avec les figures 1A, 1B, les cavités 4a sont disposées de chaque côté des pistes 3, de préférence dans une région où celles-ci forment des tronçons 3a sensiblement rectilignes. Les cavités sont agencées ici suivant une ligne F de flexion ou d'étirement privilégié du substrat, favorisant la rupture de tout ou partie des tronçons de piste 3a en réponse à une flexion globale du substrat et/ou un étirement de celui-ci. Comme précédemment, la face arrière du substrat 2 est revêtue d'une couche adhésive 5 et présente une zone d'épargne correspondant, sur la face avant du substrat, à la région où s'étendent les cavités 4a et les tronçons 3a, soit une zone coïncidant avec la ligne F de flexion ou d'étirement privilégié du substrat.

La figure 4C montre le micromodule 50 collé sur un support 30, en coupe selon l'axe de coupe DD. L'axe de coupe DD est ici aligné avec l'une des pistes conductrices 3 et est perpendiculaire à la ligne F de flexion ou d'étirement privilégié du substrat. La ligne F, vue ici en coupe, forme ainsi un point repéré par une flèche. Une tentative d'arrachement du circuit 10 relativement au support 30 engendre une flexion et un effet d'étirement qui engendrent eux-mêmes des déformations de plus grande amplitude au voisinage des cavités 4a, qui conduisent à la rupture de tout ou partie des tronçons de piste 3a. Ainsi, une tentative d'arrachement du circuit 10 détruit partiellement celui-ci.

L'absence de couche adhésive 5 à l'aplomb des tronçons 3a favorise également la rupture des pistes. En

effet, pendant le décollement du substrat, un effort d'une certaine intensité soit être appliqué pour rompre la couche adhésive 5. Lorsque la zone d'épargne est atteinte, le mouvement d'arrachement s'accélère et
5 l'énergie libérée provoque un étirement brutal du substrat et la rupture des pistes conductrices.

La figure 5A est une vue de dessus partielle d'un autre exemple de réalisation d'un micromodule 60 selon l'invention, le micromodule 60 étant représenté agencé
10 sur un support 40. La figure 5B est une vue en coupe du micromodule selon un axe de coupe EE. Comme le micromodule 50, le micromodule 60 comprend un circuit 11 sur lequel est montée une microplaquette de semi-conducteur 20 comprenant des contacts 21 et une zone
15 active 22. Le circuit 11 comprend comme précédemment un substrat 2, des pistes conductrices 3, des cavités 4a et des plages conductrices 7 reliées à des plages conductrices 8 par l'intermédiaire des pistes conductrice 3. Les contacts 21 de la microplaquette 20 sont connectés
20 aux plages 8 de la même manière que précédemment (montage "flip-chip"). Egalement, les cavités 4a sont disposées de part et d'autre de tronçons de piste 3a, suivant une ligne F de flexion ou d'étirement privilégié du substrat.

Selon un autre aspect de l'invention, des orifices
25 4c sont pratiqués dans le substrat 2, à l'aplomb des pistes conductrices 3, dans une région où celles-ci forment des tronçons 3c distincts des tronçons 3a. Des parties en saillie 41 solidaires du support 40 traversent les orifices 4c et présentent, à leur extrémité distale,
30 des renflements 42 emprisonnant les tronçons 3c, comme cela apparaît sur la figure 5B. Le support 40 comporte en outre des plots 43 disposés à proximité des parties en saillie 41, sur lesquels s'appuie la face arrière du substrat 2.

La figure 6 illustre la formation d'un renflement 42 pendant l'assemblage du micromodule 60 sur le support 40. L'extrémité distale de chaque saillie 41 comprend initialement deux parois parallèles 42-1 et 42-2
5 délimitant une gorge dans laquelle vient se loger un tronçon de piste 3c. Les parois 42-1, 42-2 sont ensuite ramollies au moyen d'un instrument chauffant (thermode) ou tout autre moyen (par exemple un flux d'air chaud) et fusionnent pour former le renflement 42. Les parties en
10 saillie et leurs renflements 42 forment ainsi des sortes de rivets qui emprisonnent de façon irréversible les tronçons de piste 3c, de sorte que toute tentative de séparation du substrat 2 relativement au support 40 entraîne immédiatement la destruction des tronçons de
15 piste 3c.

Sur la face arrière du substrat 2, la couche adhésive 5 précédemment décrite peut être prévue pour maintenir le micromodule 60 sur le support 40. Elle permet également de supprimer les contraintes mécaniques
20 qui pourraient s'exercer sur les tronçons de piste 3c si le substrat n'était pas solidement maintenu sur le support. Comme précédemment, la couche adhésive 5 peut présenter des zones d'épargne, notamment dans une région correspondant à la région en face avant comprenant les
25 cavités 4a et les tronçons 3a, ainsi que dans la région où s'étendent les orifices 4c.

L'homme de l'art notera qu'un autre moyen de maintien du micromodule 60 sur le support 40 pourrait ici être prévu. Par exemple, l'utilisation de "rivets" tel
30 que celui-ci décrit ci-dessus pourrait être généralisée y compris dans des régions du substrat où ne passent pas les pistes conductrices.

Pour résumer ce qui précède, un circuit ou un micromodule protégé contre l'arrachement suivant les

idées et principes de l'invention peut présenter au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- au moins une cavité 4a s'étendant à côté d'une piste conductrice, ou plusieurs cavités agencées à côté de plusieurs pistes conductrices, éventuellement suivant une ou plusieurs lignes de flexion ou d'étirement privilégié du substrat,
- au moins une cavité s'étendant sous une piste conductrice, formant un point de flexion ou d'étirement privilégié du substrat, ou plusieurs cavités s'étendant sous la même ou sous plusieurs pistes conductrices, éventuellement suivant une ou plusieurs lignes de flexion ou d'étirement privilégié du substrat,
- au moins un tronçon de piste 3c emprisonné dans une partie en saillie 41 traversant le substrat,
- une couche adhésive présentant des zones d'épargne dans des régions de flexion ou d'étirement privilégié du substrat.

L'invention est applicable à tout type de circuit comportant un substrat flexible. Un micromodule selon l'invention peut comprendre plusieurs autres microplaquettes de semi-conducteur ou n'en comprendre aucune. Un micromodule selon l'invention peut par exemple ne comprendre que des composants discrets montés sur le circuit, tels des résistances, des condensateurs, des transistors, etc.

D'autre part, le support 30, 40 représenté schématiquement sur les figures 4A, 4B, 5A, 5B peut être tout type de support et notamment une paroi interne ou externe d'un boîtier d'un dispositif électronique, mécanique, électromécanique, pneumatique... recevant un micromodule électronique et pour lequel il est souhaité que le micromodule ne soit pas réutilisé par des tiers.

A titre d'exemple d'application, la figure 7 représente schématiquement, vue de dessous, une cartouche

100 pour imprimante à jet d'encre sur laquelle est fixé un micromodule 70 selon un quelconque mode de réalisation de l'invention. La cartouche 100 présente un boîtier 101 comprenant un réservoir d'encre. Le boîtier 101 est muni
5 d'une paroi inférieure 102 dans laquelle est ménagée une ouverture 103 assurant l'écoulement de l'encre vers une tête d'impression. Le micromodule 70 est fixé sur la paroi 102 par l'intermédiaire de la couche adhésive décrite plus haut. Des plages conductrices 7 du
10 micromodule forment des contacts externes permettant de relier électriquement le micromodule à la tête d'impression. Le boîtier 101, et en particulier la paroi 102, sont par exemple en un matériau synthétique tel que du polypropylène.

15 La figure 8 illustre un exemple de réalisation d'un procédé de fabrication de micromodules 70 selon l'invention. Les micromodules sont réalisés ici collectivement à partir d'un substrat commun en forme de bande 110 ("tape"), qui défile sur une chaîne de
20 fabrication. Simultanément, une bande métallique est découpée, gravée ou estampée pour former un motif conducteur 111 appelé "leadframe" qui est assemblé avec la bande 110 par laminage à chaud ou par collage, afin de former des pistes conductrices et des plages de contact.
25 Après assemblage de la bande 110 et du motif conducteur 111, des microplaquettes de semi-conducteur 20 sont montées sur la bande 110 en position retournée (technique "flip chip") et leurs contacts sont connectés à des plages de contact du motif conducteur 111.

30 Ce procédé de fabrication comprend une étape de formation des cavités ou orifices 4a, 4b, 4c décrits plus haut. Cette étape peut être mise en œuvre avant l'assemblage de la bande 110 et du motif conducteur 111. Les cavités ou orifices 4a, 4b, 4c sont réalisés par
35 estampage, gravure chimique, perçage au laser du substrat

ou toute autre méthode de perçage connue, par exemple au moyen d'un outil rotatif. Les cavités 4a, 4b peuvent également être borgnes et être réalisées par déformation plastique du substrat entraînant un fluage localisé de
5 celui-ci.

Ce procédé peut d'ailleurs être appliqué à la fabrication de circuits, en supprimant l'étape de montage des circuits intégrés 20 (ou autres composants électroniques), ces derniers pouvant être montés
10 ultérieurement.

Au terme du processus de fabrication, une couche adhésive peut être déposée sur la face arrière de la bande 110. Cette étape peut toutefois être conduite ultérieurement, après conditionnement et transport de la
15 bande 110 sur un lieu de fabrication d'un produit final. Dans ce cas, la bande 110 est revêtue de la couche adhésive sur le lieu de fabrication du produit final, puis est découpée pour individualiser les micromodules 70, qui sont ensuite montés sur des produits finaux.

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que la présente invention est susceptible de diverses autres variantes de réalisation et applications. Notamment, bien que l'on ait décrit dans ce qui précède une application de l'invention à la réalisation d'un micromodule du type
25 "à contact", l'invention est également applicable à la réalisation de micromodules du type "sans contact", par exemple des micromodules RFID (Radiofrequency Identification) ou des étiquettes électroniques sans contact.

Un exemple de réalisation d'un micromodule sans contact est représenté sur la figure 9. Le micromodule 80 comprend un circuit 12 et une microplaquette de semi-conducteur 20 comprenant des contacts 21-1, 21-2 et une région active 22 où est implanté un circuit intégré dit
35 "sans contact", fonctionnant par couplage inductif ou par

couplage électrique. Le circuit 12 comprend un substrat 2 et une piste conductrice 81 en forme d'antenne, ici une bobine d'antenne. Une première plage de contact 82 s'étend à une première extrémité de la piste 81, et une
5 seconde plage de contact 83 est reliée à une seconde extrémité de la piste 81 au moyen d'un pont conducteur 84 formé sur un coussinet électriquement isolant 85. La microplaquette de semi-conducteur 20 est montée retournée, ses contacts 21-1, 21-2 étant soudés ou collés
10 sur les plages 82, 83, respectivement. Le substrat 2 comprend deux cavités 4a agencées de chaque côté d'un premier tronçon 81a de la piste 81, et deux autres cavités 4b agencées à l'aplomb d'un deuxième et d'un troisième tronçon 81b de la piste 81. Le micromodule est
15 collé sur un support (non représenté). L'arrachement du micromodule 80 de son support provoque le sectionnement de la piste 81 au niveau de l'un des tronçons 81a, 81b suite à la flexion et l'étirement du substrat pendant l'arrachement. Ainsi, l'antenne ne fonctionne plus et le
20 micromodule devient inutilisable. L'invention peut également être appliquée à des éléments capacitifs d'un circuit d'antenne présentant une fréquence d'accord, de manière qu'une déformation du substrat détruise ces éléments ou modifie simplement leur valeur capacitive de
25 manière à désaccorder le circuit d'antenne et le rendre inutilisable dans une plage de fréquences de travail au voisinage de la fréquence d'accord. Enfin, l'invention peut également être appliquée à des éléments électriques enterrés dès lors que des cavités créées sous les
30 éléments ou à proximité de ceux-ci permettent de provoquer une déformation ayant un impact significatif sur leurs caractéristiques électriques ou une rupture de ceux-ci en réponse à une déformation du substrat.

REVENDEICATIONS

1. Circuit (1, 1', 10, 11, 12), comprenant :

- un substrat flexible (2),
- au moins un élément électrique (3, 81) solidaire du substrat et présentant une caractéristique électrique,

5 caractérisé en ce que le substrat (2) comporte au moins une cavité (4a, 4b, 4c) agencée à proximité de l'élément électrique ou d'une partie de l'élément électrique (3a, 3b, 3c, 81a, 81b) et favorisant une rupture de l'élément électrique ou une déformation de
10 l'élément électrique entraînant une altération de sa caractéristique électrique, en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

2. Circuit selon la revendication 1, dans lequel le
15 substrat comprend au moins une cavité (4a) agencée à côté de l'élément électrique (3a, 81a).

3. Circuit selon la revendication 1, dans lequel le substrat comprend au moins deux cavités (4a) agencées de
20 chaque côté de l'élément électrique (3a, 81a) pour former entre les deux cavités une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat favorisant la rupture ou la déformation de l'élément électrique en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

25

4. Circuit selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le substrat comprend au moins une cavité (4b) agencée sous l'élément électrique (3b, 81b), de telle sorte que l'élément électrique n'est pas supporté par le
30 substrat dans la région où s'étend la cavité (4b) et présente un point de rupture ou de déformation privilégié dans cette région.

5. Circuit selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la cavité (4a, 4b) est un orifice qui traverse entièrement le substrat.

5 6. Circuit selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la cavité (4a, 4b) présente une largeur ou un diamètre supérieur à une largeur de l'élément électrique (3a).

10 7. Circuit selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant au moins une cavité (4c) formant un orifice traversant le substrat, et un élément électrique dont une partie est (3c) prisonnière de l'extrémité distale (42) d'une pièce (41) traversant l'orifice (4c), pour
15 provoquer la rupture de l'élément électrique en réponse à un déplacement du substrat relativement à la pièce (41) traversant la cavité.

20 8. Circuit selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le substrat (2) est en un matériau polymère.

9. Circuit selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le substrat (2) comprend au moins trois cavités (4a) alignées suivant une ligne de flexion ou
25 d'étirement privilégié du substrat.

10. Circuit selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel une face arrière du substrat (2) est revêtue d'une couche adhésive (5) et présente une zone d'épargne
30 dépourvue de couche adhésive dans une région correspondant sensiblement à une région en face avant où se trouvent la cavité (4a, 4b, 4c) et l'élément électrique (3a, 3b, 3c, 81a, 81b).

11. Circuit selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel l'élément électrique est une piste conductrice ou un tronçon de piste conductrice.

5 12. Circuit selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel l'élément électrique est un élément résistif, capacitif, ou inductif.

13. Micromodule (50, 60, 70, 80) comprenant :

- 10 - un circuit (1, 1', 10, 11, 12) selon l'une des revendications 1 à 12, et
- au moins un composant électronique (20) monté sur le circuit, comprenant au moins un contact électrique (21, 21-1, 21-2) relié électriquement à l'élément électrique
15 (3, 81).

14. Micromodule (80) selon la revendication 13, dans lequel l'élément électrique (81) forme une antenne.

20 15. Dispositif (100) caractérisé en ce qu'il comprend un circuit (1, 1', 10, 11, 12) selon l'une des revendications 1 à 12 et un support (30, 40, 102) recevant le circuit.

25 16. Dispositif selon la revendication 15, dans lequel :

- le support (40) présente au moins une partie en saillie (41) traversant un orifice (4c) pratiqué dans le circuit, et
30 - le circuit comprend au moins un élément électrique (3) prisonnier de la partie en saillie (41).

17. Dispositif selon l'une des revendications 15 et 16, prenant la forme d'une cartouche d'encre (100) ayant
35 un boîtier dont une partie forme le support (102).

18. Procédé de fabrication d'un circuit (1, 1', 10, 11, 12) comprenant une étape consistant à réaliser dans ou sur un substrat flexible (2, 110) au moins un élément
5 électrique présentant une caractéristique électrique (3, 81),

caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à pratiquer dans le substrat, à proximité de l'élément électrique ou d'une partie de celui-ci (3a, 3b, 3c, 81a, 81b), au moins une cavité (4) favorisant la
10 rupture de l'élément électrique ou la déformation de l'élément électrique entraînant une altération de sa caractéristique électrique, en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

15

19. Procédé selon la revendication 18, comprenant une étape consistant à pratiquer au moins une cavité (4a) à côté de l'élément électrique (3a, 81a).

20

20. Procédé selon la revendication 18, comprenant une étape consistant à pratiquer au moins deux cavités (4a) de chaque côté de l'élément électrique (3a, 81a) pour former entre les deux cavités une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat favorisant la
25 rupture ou la déformation de l'élément électrique en réponse à une flexion ou un étirement du substrat.

21. Procédé selon l'une des revendications 18 à 20, comprenant une étape consistant à pratiquer au moins une
30 cavité (4b) sous l'élément électrique (3b, 81b), de telle sorte que l'élément électrique n'est pas supporté par le substrat dans la région où s'étend la cavité (4b) et présente un point de rupture ou de déformation privilégié dans cette région.

35

22. Procédé selon l'une des revendications 18 à 21, dans lequel la cavité (4a, 4b) est pratiquée sous forme d'orifice traversant entièrement le substrat.

5 23. Procédé selon l'une des revendications 18 à 22 comprenant une étape consistant à pratiquer dans le substrat au moins trois cavités (4a) alignées suivant une ligne de flexion ou d'étirement privilégié du substrat.

10 24. Procédé selon l'une des revendications 18 à 23, comprenant une étape consistant à revêtir une face arrière du substrat (2, 110) d'une couche adhésive (5) en prévoyant une zone d'épargne dépourvue de couche adhésive dans une région correspondant sensiblement à une région
15 en face avant où se trouvent la cavité (4a, 4b, 4c) et l'élément électrique (3a, 3b, 3c, 81a, 81b).

25 25. Procédé selon l'une des revendications 18 à 24, dans lequel l'étape de réalisation de l'élément
20 électrique (3) comprend une étape de découpe d'un motif conducteur (111) et une étape de fixation du motif conducteur sur la face avant du substrat (2, 110) par laminage ou collage.

25 26. Procédé selon l'une des revendications 18 à 25, dans lequel l'élément électrique est une piste conductrice ou un tronçon de piste conductrice.

30 27. Procédé selon l'une des revendications 18 à 25, dans lequel l'élément électrique est un élément résistif, capacitif, ou inductif.

28. Procédé de fabrication d'un dispositif (100), caractérisé en ce qu'il comprend :

- des étapes de fabrication d'un circuit (1, 1', 10, 11, 12) selon l'une des revendications 18 à 27, et
- une étape de collage de la face arrière du circuit sur un support (30, 40, 102), au moyen d'un adhésif (5).

5

29. Procédé selon la revendication 28, comprenant une étape consistant à prévoir sur la face arrière du substrat (2) une zone d'épargne dépourvue d'adhésif (5) de manière à favoriser la rupture ou la déformation de l'élément électrique en réponse à une tentative d'arrachement du circuit relativement au support.

30. Procédé selon l'une des revendications 28 ou 29, comprenant les étapes consistant à :

- prévoir au moins une partie en saillie (41) solidaire du support (40),
- pratiquer au moins un orifice correspondant (4c) dans le circuit,
- fixer le circuit sur le support de manière que la partie en saillie (41) traverse l'orifice correspondant (4c), et
- emprisonner une partie (3c) d'un élément électrique dans la partie en saillie (41), pour provoquer la rupture de l'élément électrique en réponse à un déplacement du substrat relativement au support (40).

31. Procédé selon la revendication 30, dans lequel l'étape d'enchâssement du tronçon (3c) comprend une étape de fusion de deux éléments (42-1, 42-2) de la partie en saillie (41).

32. Procédé selon l'une des revendications 28 à 31, appliqué à la fabrication d'une cartouche d'encre (100) comprenant un boîtier, et comprenant une étape consistant

à utiliser comme support (102) une paroi du boîtier de la cartouche d'encre.

1/5

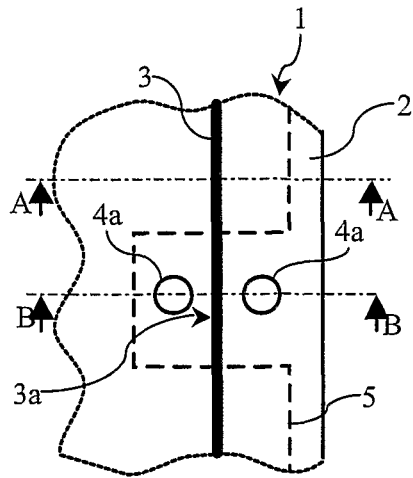


Fig. 1A

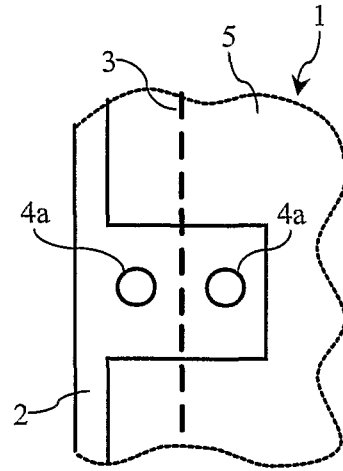


Fig. 1B

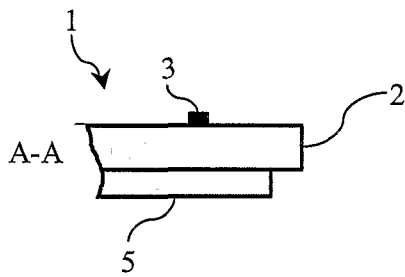


Fig. 2A

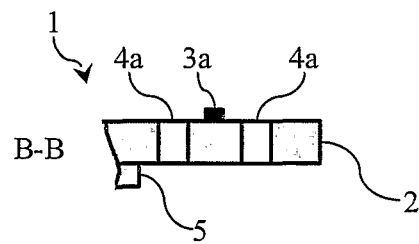


Fig. 2B

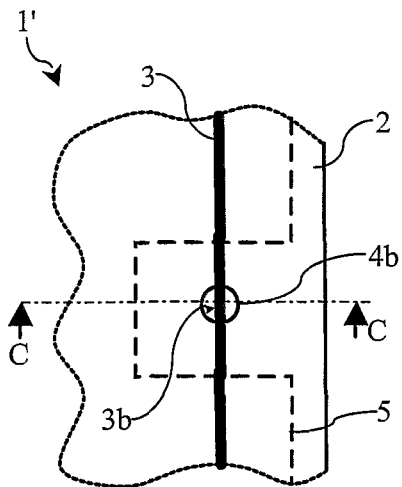


Fig. 3A

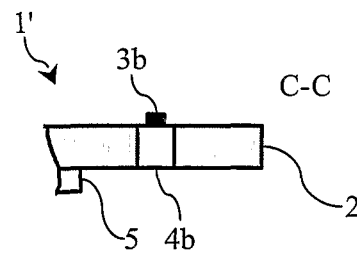
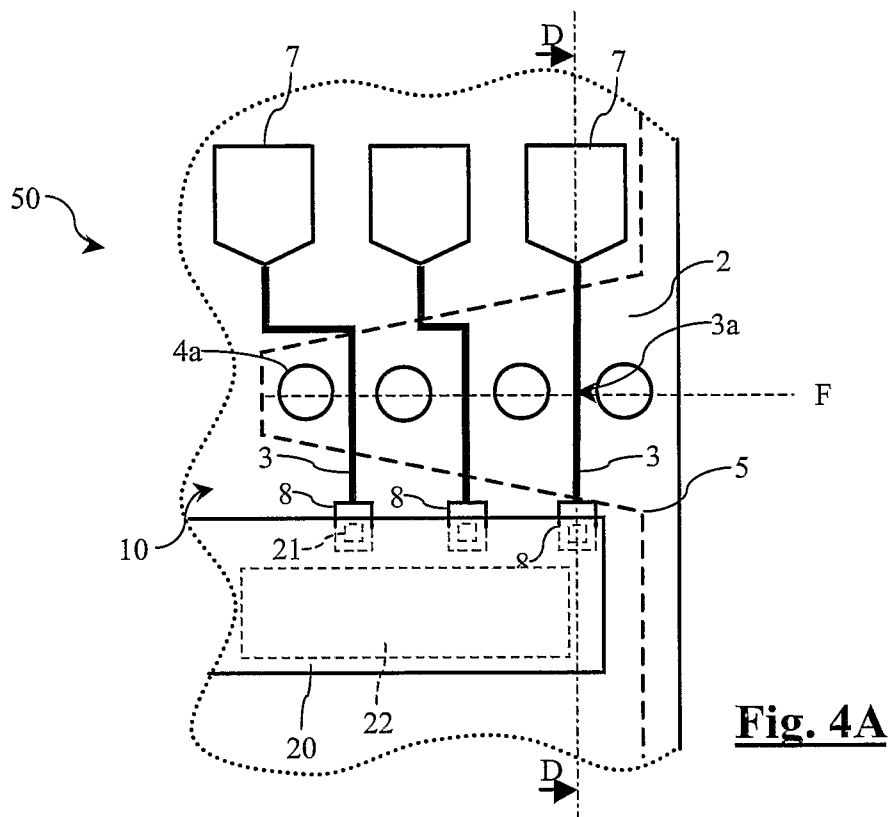
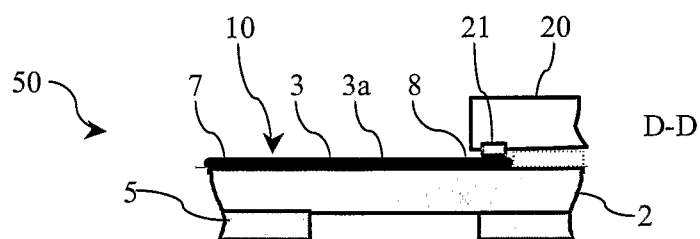
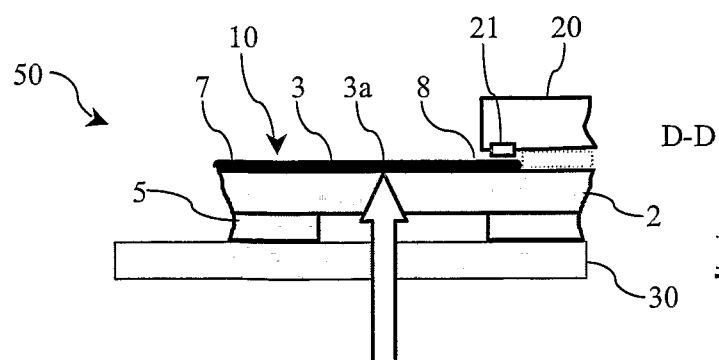


Fig. 3B

2/5

**Fig. 4A****Fig. 4B****Fig. 4C**

3/5

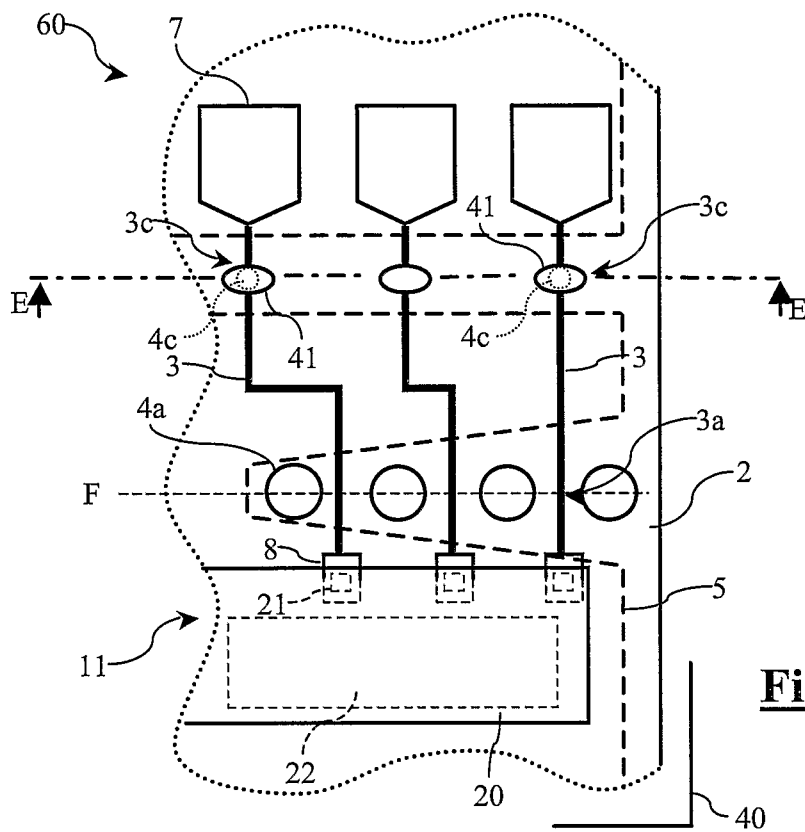


Fig. 5A

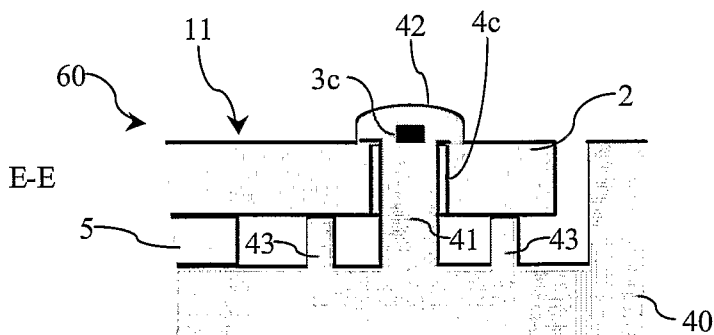


Fig. 5B

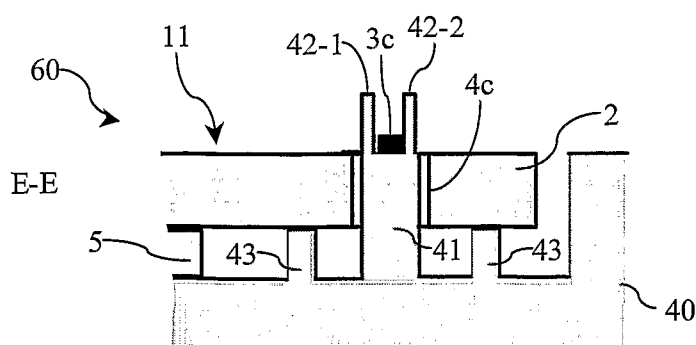


Fig. 6

4/5

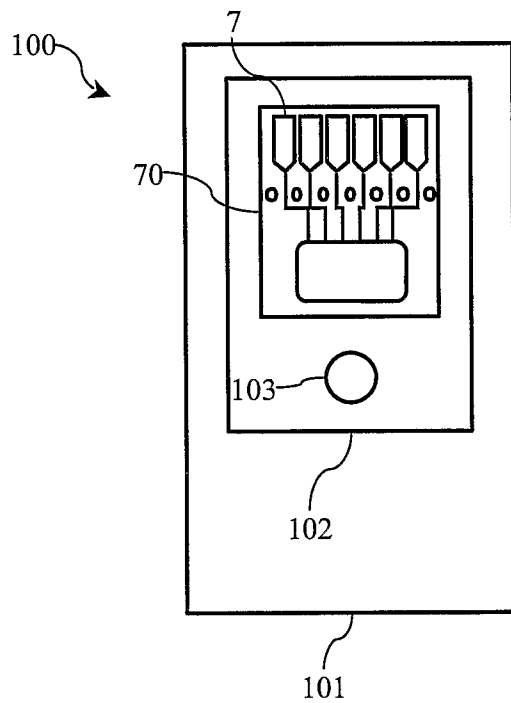


Fig. 7

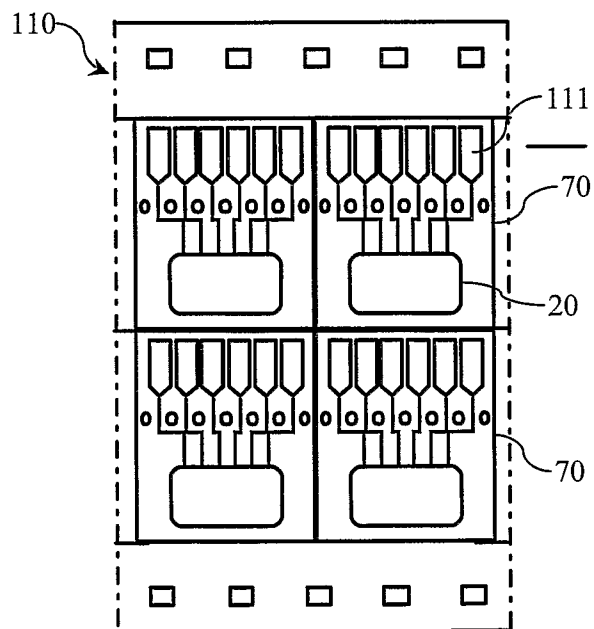
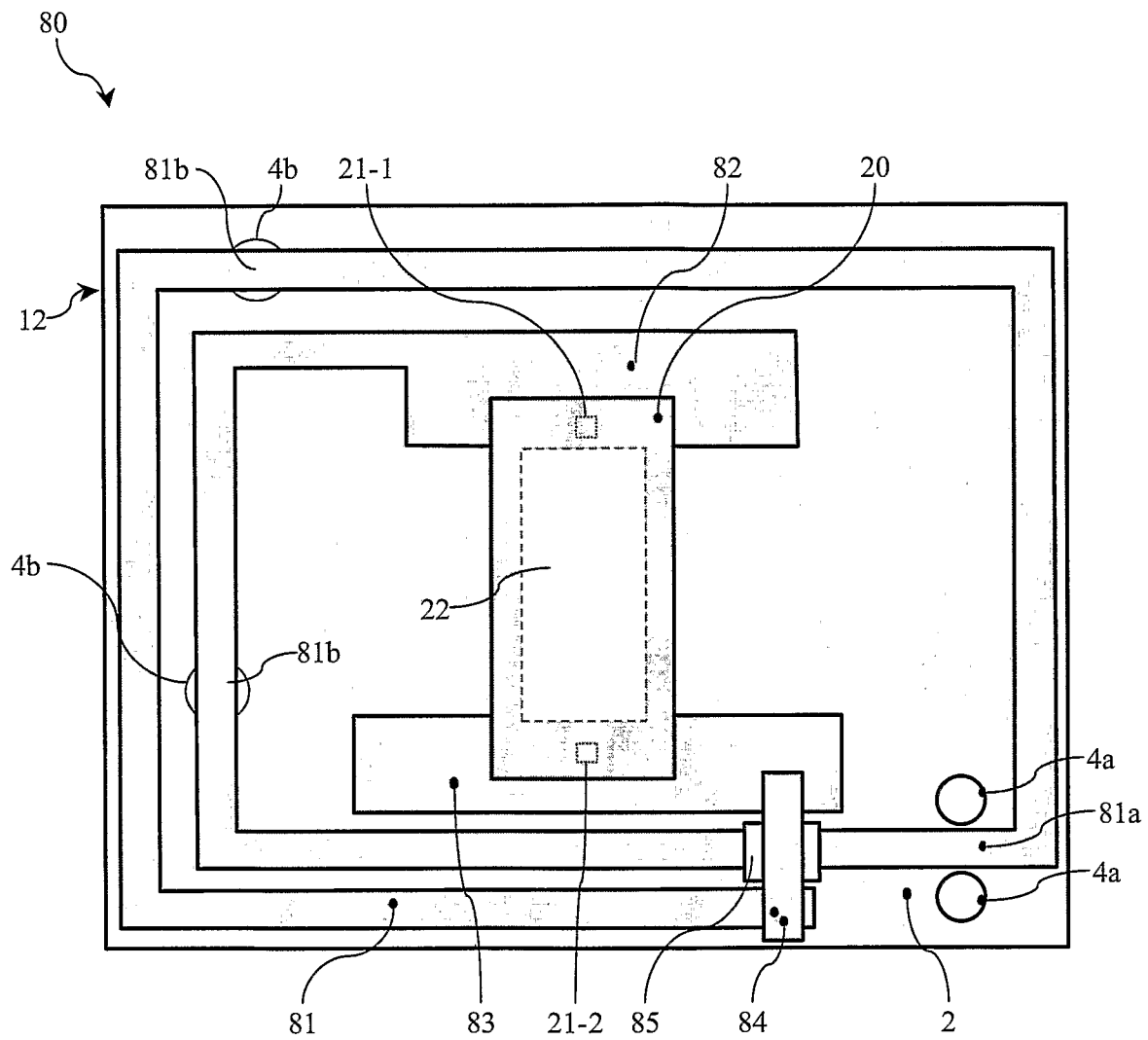


Fig. 8

5/5

**Fig. 9**