

DESCRIPTION**Titre de l'invention : Capteur de données physiques autonome fonctionnant grâce à l'apport énergétique d'un module photovoltaïque**

5

[0001] La présente invention se rapporte à un capteur de données physiques. Plus particulièrement, l'invention concerne un capteur énergétiquement autonome fonctionnant grâce à l'apport énergétique d'un module photovoltaïque.

10

[0002] Les capteurs de données physiques actuellement utilisés sont en général de basiques indicateurs de températures peu coûteux et associés à des batteries pour être alimentés en énergie. Les capteurs sont donc généralement sous forme d'objet tridimensionnel, par exemple sous forme de boîtier, présentant des dimensions non négligeables, en particulier une épaisseur généralement supérieure à 3 cm.

15

[0003] Cependant, dans l'état actuel de la technique, il n'existe pas de capteurs physiques présentant une durée de vie élevée, c'est-à-dire une durée de vie supérieure à cinq ans. En effet, généralement il convient de manipuler le capteur à une fréquence inférieure à cinq ans de sorte à remplacer ou modifier la batterie.

[0004] Un des buts de l'invention est de remédier aux insuffisances des capteurs actuellement connues.

20

[0005] Selon un premier aspect, l'invention concerne un capteur de données physiques comprenant :

25

- un module photovoltaïque comprenant au moins deux cellules photovoltaïques interconnectées entre elles en série,
- un dispositif électronique configuré pour récolter et transmettre au moins des données de températures, le dispositif électronique comprenant un circuit imprimé flexible,
- des moyens connecteurs électriques connectant le module photovoltaïque et le dispositif électronique,

le module photovoltaïque étant disposé au moins en partie au-dessus d'un élément comprenant une partie au moins du dispositif électronique,

30

le capteur comprenant en outre deux plaques électriquement isolantes : une première plaque au-dessus de laquelle est disposé le dispositif électronique et une deuxième plaque configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux de sorte à ce que le rayonnement lumineux soit reçu par une partie au moins dudit module photovoltaïque,

le capteur étant caractérisé en ce qu'il présente une épaisseur comprise entre 5 mm et 10 mm, et

en ce que le module photovoltaïque comprend :

- un substrat flexible en un matériau polymère,
 - 5 • au moins une première cellule photovoltaïque et une deuxième cellule photovoltaïque disposées sur le support, chacune des deux cellules photovoltaïques comprenant :
 - i. une couche d'oxyde d'indium-étain constituant la cathode et recouvrant le support,
 - ii. une première couche interfaciale d'oxyde de zinc ou d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium, la première couche interfaciale recouvrant la cathode,
 - 10 iii. une couche active photovoltaïque recouvrant la première couche interfaciale, et
 - iv. une deuxième couche interfaciale comprenant un mélange polymère de poly(3,4-éthylènedioxythiophène) et de poly(styrène-sulfonate) de sodium, la deuxième couche interfaciale constituant l'anode et recouvrant la couche active photovoltaïque, la deuxième couche interfaciale étant continue, présentant une structure fibreuse organique et une
 - 15 épaisseur moyenne comprise entre 100 nm et 400 nm,
- la deuxième couche interfaciale de la première cellule photovoltaïque étant en contact avec la couche d'oxyde d'indium-étain de la deuxième cellule photovoltaïque.

[0006] Par circuit imprimé flexible, au sens de la présente demande, on entend un circuit flexible laminé entre deux plaques isolantes. La présence d'un tel circuit imprimé permet au

20 capteur de se conformer à l'environnement dans lequel il peut être intégré de sorte à faciliter et augmenter des possibilités d'intégration du capteur dans des produits divers.

[0007] Selon ce premier aspect, le capteur ne consomme que très peu d'énergie et est configuré pour transformer l'énergie lumineuse à laquelle il est exposé en une énergie électrique dont il a besoin pour récolter les données physiques. L'énergie électrique dont a

25 besoin le dispositif électronique pour fonctionner est générée par le module photovoltaïque qui, suite à la réception du rayonnement lumineux, génère un photo-courant suffisant au bon fonctionnement du dispositif électronique. Ce rayonnement lumineux traverse au moins la deuxième plaque et/ou passe au travers d'une ouverture pratiquée dans cette deuxième plaque avant d'être reçu par le module photovoltaïque.

30 [0008] En particulier, le module photovoltaïque dont il est question selon ce premier aspect présente l'avantage de pouvoir être utilisé efficacement sous un rayonnement intérieur, c'est-à-dire un rayonnement inférieur à 1000 lux, voire inférieur à 500 lux. En particulier, avec un tel module photovoltaïque, les pertes de charges photo-générées sont minimisées, et leurs transferts entre les différentes couches des cellules photovoltaïques organiques sont

35 améliorés de manière à avoir une stabilité générale du module photovoltaïque. En effet, avec

un tel module photovoltaïque, on s'affranchit d'une couche supplémentaire appliquée sur la deuxième couche interfaciale. On a donc une couche qui est à la fois la deuxième couche interfaciale mais également la couche d'anode. Dans ce cas présent, on utilise donc des cellules photovoltaïques organiques comprenant moins d'interfaces que dans celles utilisées dans l'état actuel de la technique. Par conséquent, le risque de perte des charges photo-générées est amoindri et le risque d'avoir une oxydation d'interfaces est également amoindrie.

[0009] Par ailleurs, l'utilisation d'un module photovoltaïque plutôt que d'une batterie permet par ailleurs de diminuer la maintenance des capteurs, notamment en s'affranchissant du remplacement de batteries, et donc de faciliter leur utilisation et réduire, entre autres, significativement le temps et le coût de manipulation engendré, par exemple, par le remplacement d'une batterie. Aussi, le fait d'utiliser un module photovoltaïque plutôt qu'une batterie permet d'augmenter la durée de vie du capteur.

[0010] Aussi, le fait de s'affranchir de l'utilisation d'une batterie à intégrer au capteur permet de confectionner des capteurs présentant de nouveaux designs toujours plus intégrés à leur environnement, notamment grâce à son épaisseur qui est inférieure à 10 mm. Il est ainsi possible d'élaborer des capteurs autonomes et intégrés dans des petits espaces.

[0011] Il est à noter cependant qu'un élément de stockage peut être intégré au capteur. Par exemple, comme élément de stockage, on peut citer de manière non exhaustive des condensateurs, des supercondensateurs ou encore des micro-batteries.

[0012] Par ailleurs, l'utilisation et la production de ce capteur avec des matériaux et substrats souples simplifient son utilisation dans de nombreux cas.

[0013] Il est à noter également que le substrat flexible peut être en polyéthylène.

[0014] Par ailleurs, de préférence, le substrat peut être transparent. Ainsi, le substrat peut être traversé par un rayonnement lumineux de sorte que les couches constitutives du module photovoltaïque appliquées sur une face du substrat puissent générer l'énergie électrique nécessaire au bon fonctionnement du dispositif électronique lorsque le rayonnement lumineux est accueilli par l'autre face du substrat.

[0015] Dans un mode particulier de réalisation, il est avantageux de communiquer des relevés de température précis sur une durée prédéfinie en tenant compte notamment de la fréquence à laquelle le capteur a été soumis à ces différentes températures. Par conséquent, dans ce mode de réalisation, le dispositif électronique est configuré pour mémoriser les données de températures en fonction du temps.

[0016] Selon un mode particulier de réalisation, il est avantageux que le module puisse utiliser l'énergie lumineuse ambiante même si celle-ci est inférieure à 1000 lux, voire inférieure à 500 lux. Dans ce cas, les deuxièmes couches interfaciales présentent une résistance carrée comprise entre 100 $\Omega/\square$ et 600 $\Omega/\square$.

- 5 [0017] Selon un mode particulier de réalisation, il est préférable que le capteur puisse récolter un grand nombre de données relative à l'environnement dans lequel il se trouve. Dans ce mode de réalisation, le dispositif électronique comprend en outre un accéléromètre et le dispositif électronique est, de préférence, en outre configuré pour récolter des données d'humidité. Par ailleurs, ce capteur peut permettre également de récolter davantage de
- 10 données physiques telles que des données environnementales relatives à une présence humaine, à une pression ou encore à une variation de lumière.

- [0018] Selon un mode particulier de réalisation, il est préférable également que la transmission des informations récoltées puisse se faire efficacement, c'est-à-dire rapidement, sans perte de donnée et de manière sécurisée. Dans ce mode de réalisation, le
- 15 dispositif électronique comprend en outre un moyen de télécommunication configuré pour transmettre les données récoltées à un dispositif extérieur selon un protocole de télécommunication. Par exemple, ce protocole de télécommunication peut être choisi parmi choisi parmi le protocole Bluetooth à basse consommation (communément désigné par l'acronyme BLE), le protocole de télécommunication radio LoRaWan, le protocole SIGFOX
- 20 ou encore le protocole ZIGBEE.

- [0019] De préférence, la première plaque peut en outre être configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux. Ainsi, le rayonnement lumineux peut être reçu par l'une ou l'autre des faces du module photovoltaïque ce qui permet de garantir la génération d'énergie en s'affranchissant de l'orientation du capteur. Ainsi, même avec un rayonnement lumineux reçu
- 25 par le module photovoltaïque avec angle d'incidence environ égal à 90°, il est possible de générer 15% de la puissance maximale obtenue avec un angle d'incidence environ égal à 0°.

- [0020] De ce fait, les deux plaques électriquement isolantes peuvent par exemple être des plaques transparentes en plastique ou des plaques plastifiées pour laisser passer un
- 30 rayonnement lumineux de sorte à ce que le rayonnement lumineux soit reçu au moins en partie par le module photovoltaïque. Par exemple, les plaques peuvent avoir été laminées pour leur conférer des propriétés de transparence. Aussi, la première et/ou deuxième plaques peuvent comprendre une ouverture au travers de laquelle le rayonnement lumineux passe de sorte à être reçu par une partie au moins du module photovoltaïque. De cette
- 35 façon, la puissance délivrée par le module photovoltaïque est augmentée par rapport à un

module photovoltaïque ne comprenant que la deuxième qui soit configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux et présentant une surface active du module identique et exposé à une même luminosité. Dans cette configuration, l'efficacité du capteur est améliorée. Ainsi, le capteur selon cette configuration présente une fréquence de

5 transmission de données via un moyen de télécommunication, une disponibilité, une couverture de communication et une détection de réseau augmentées par rapport à un module photovoltaïque ne comprenant que la deuxième qui soit configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux. Aussi, la distance de communication est davantage

10 élevée selon cette configuration, le capteur gagne en précision avec par exemple une augmentation du nombre d'acquisition et les courants de veille présentent une meilleure compensation et la recharge de l'éléments de stockage associé et plus rapide. En conséquence, le capteur gagne en fiabilité dans cette configuration.

[0021] En particulier, dans le cas où on a un capteur présentant deux plaques électriquement isolantes configurées pour laisser passer un rayonnement lumineux, une

15 configuration dans laquelle seule la première électrode transparente (anode ou cathode) est exposée à un éclairage direct, quelques photons sont aussi reçus par la seconde électrode (cathode ou anode respectivement) de manière indirecte. Cet éclairage indirect permet d'améliorer de 3% les performances du module photovoltaïque.

[0022] Il est à noter également que dans des cas où la première plaque électriquement isolante, c'est-à-dire celle placée du côté de la couche d'oxyde d'indium-étain, n'est pas

20 configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux, et où seule la deuxième plaque électriquement isolante, c'est-à-dire celle placée du côté de la couche comprenant un mélange polymère de poly(3,4-éthylènedioxythiophène) et de poly(styrène-sulfonate) de sodium permet de laisser passer un rayonnement lumineux et donc de récolter de l'énergie,

25 le module photovoltaïque permet toujours d'assurer 65% des performances globales.

[0023] Il est à noter également que dans le cas où on a un capteur présentant deux plaques électriquement isolantes configurées pour laisser passer un rayonnement lumineux, une configuration dans laquelle l'anode et la cathode sont toutes deux exposées à un éclairage direct les performances du module photovoltaïque pourront être doublée par rapport à la

30 configuration dans laquelle seule la première électrode transparente (anode ou cathode) est exposée à un éclairage direct.

[0024] Par ailleurs, ces plaques peuvent encapsuler l'ensemble comprenant le dispositif électronique, le module photovoltaïque et les moyens connecteurs de sorte à isoler cet ensemble de l'extérieur afin d'obtenir un capteur qui soit étanche à l'humidité par exemple.

35 Dans ce cas, en périphérie de cet ensemble, les deux plaques sont directement en contact

de sorte à isoler hermétiquement le dispositif électronique et les moyens connecteurs de l'extérieur, tout en garantissant la réception d'un rayonnement lumineux provenant de l'extérieur du module photovoltaïque via par exemple l'ouverture pratiquée dans la deuxième plaque, ou par l'utilisation d'une plaque transparente.

- 5 [0025] Il est d'ailleurs à noter que le module photovoltaïque peut être réalisé par un procédé d'impression jet d'encre.

- [0026] Il est également à noter qu'au sens de la présente invention, par au-dessus ou au-dessous, on entend directement ou indirectement au-dessus ou au-dessous. Ainsi, si un premier élément est considéré être au-dessus d'un deuxième élément, il peut avoir un
10 troisième élément entre ce premier et ce deuxième éléments.

[0027] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite uniquement à titre d'exemple, et en référence aux figures en annexe dans lesquelles :

[0028] [Fig 1] la figure 1 représente une première vue éclatée avant assemblage d'un capteur selon un premier mode préféré de réalisation de l'invention ;

- 15 [0029] [Fig 2] la figure 2 représente une deuxième vue éclatée avant assemblage d'un capteur selon le premier mode préféré de réalisation de l'invention ;

[0030] [Fig 3] la figure 3 représente une vue éclatée avant assemblage d'un capteur selon un deuxième mode préféré de réalisation de l'invention ;

- [0031] [Fig 4] la figure 4 représente une première vue (vue de face) après assemblage d'un
20 capteur selon le deuxième mode préféré de réalisation de l'invention,

[0032] [Fig 5] la figure 5 représente une deuxième vue (vue de derrière) après assemblage d'un capteur selon le deuxième mode préféré de réalisation de l'invention, et

[0033] [Fig 6] la figure 6 représente un schéma de la constitution d'un module photovoltaïque utilisé selon un mode préféré de réalisation de l'invention

- 25 [0034] Le capteur présenté dans les figures 1 et 2 est composé d'un module photovoltaïque 200 organique comprenant :

- un support flexible et transparent en polyéthylène téréphtalate (communément désigné par l'acronyme PET) ou en Polyéthylène (poly(éthylène 2,6-naphthalate (communément désigné par l'acronyme PEN),
- 30 - dix cellules photovoltaïques interconnectées entre-elles en série et disposées sur le support.

[0035] Chacune des cellules photovoltaïques comprend :

- i. une couche d'oxyde d'indium-étain constituant la cathode et recouvrant le support,

ii. une première couche interfaciale d'oxyde de zinc ou d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium, la première couche interfaciale recouvrant la cathode,
iii. une couche active photovoltaïque recouvrant ladite première couche interfaciale, et
iv. une deuxième couche interfaciale comprenant un mélange polymère de poly(3,4-éthylènedioxythiophène) et de poly(styrène-sulfonate) de sodium, ladite deuxième couche
5 interfaciale constituant l'anode et recouvrant ladite couche active photovoltaïque, ladite deuxième couche interfaciale étant continue, présentant une structure fibreuse organique et une épaisseur moyenne comprise entre 100 nm et 400 nm.

[0036] Il est à noter que la deuxième couche interfaciale d'une cellule photovoltaïque choisie
10 parmi les dix cellules photovoltaïques citées ci-avant, est en contact avec la couche d'oxyde d'indium-étain d'une des cellules photovoltaïques adjacentes (voir figure 6).

[0037] Pour la réalisation d'un tel module, on met en œuvre un procédé de fabrication rapide, économique, stable et facilement reproductible.

[0038] En particulier, selon un mode préféré selon l'invention, on réalise le module
15 photovoltaïque comme indiqué ci-après (voir figure 6).

[0039] Tout d'abord, on se procure un substrat 20 en PET ou en PEN, par exemple, sur lequel est déposée une couche discontinue d'oxyde d'indium étain 210, 220. Chacune des portions de couches d'oxyde d'indium étain 210, 220, est la cathode de chacun des cellules photovoltaïques du module photovoltaïque. En particulier, on a donc un support 20 en PET
20 revêtu d'une couche d'oxyde d'indium-étain 210, 220, discontinue de manière à ce que le support 20 soit en partie recouvert de couches d'oxyde d'indium-étain 210 et 220 qui vont former les cathodes de deux différentes cellules photovoltaïques organiques adjacentes 21 et 22 ci-après décrites. On peut au besoin nettoyer le substrat 20 avant application de la couche d'oxyde d'indium étain en prenant le soin d'utiliser un solvant compatible avec le
25 matériau du substrat notamment.

[0040] Ensuite, on applique par impression numérique à jet d'encre sur la couche d'oxyde d'indium étain 210, 220, une première composition d'encre comprenant des nanoparticules d'oxyde de zinc ou des nanoparticules d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium. Dans un premier exemple, on peut avoir comme première composition d'encre, une encre comprenant des
30 nanoparticules d'oxyde de zinc synthétisées en laboratoire. En particulier, les nanoparticules d'oxyde de zinc peuvent être obtenues en mettant en œuvre la technique Polyol à l'issue de laquelle les nanoparticules d'oxyde de zinc sont refroidies en bain froid, puis sont séparées par centrifugation (12 min et 7800 tr/ min) avant d'être dispersées dans du butanol utilisant l'éthylène glycol comme surfactant. Dans un autre exemple, on peut avoir comme première
35 composition d'encre, une encre de nanoparticules d'oxyde de Zinc dopé à l'aluminium (AZO)

commercialisées par la société GENES'INK et dont la synthèse est réalisée en laboratoire. Une fois l'une ou l'autre de ces premières compositions d'encre appliquée sur la couche d'oxyde d'indium étain, on procède à un traitement thermique à une température comprise entre 70°C et 130°C pendant une durée comprise entre 1 et 5 minutes, pour former la

5 première couche interfaciale 211, 221. En particulier, ce traitement thermique de l'étape est réalisé sur une plaque chauffante à une température de 85°C pendant 3 minutes. En particulier, on obtient des premières couches interfaciales 211 et 221 des cellules photovoltaïques 21 et 22 du module photovoltaïque 200 comme illustré dans la figure 6.

[0041] Ensuite, on dépose par impression numérique à jet d'encre, sur la première couche

10 interfaciale 211 et 221, une deuxième composition d'encre comprenant un mélange de polymères comprenant du [6,6]-phenyl-C61-butanoate de méthyle associé à du poly(thiénol[3,4-b]-thiophène) pour former la couche active 212 et 222. Par exemple, cette encre peut se composer d'un premier mélange polymère de [6,6]-phenyl-C₇₁-butanoate de méthyle commercialisé par Nano-C® sous la dénomination commerciale PC70BM, et de

15 poly(thiénol[3,4-b]-thiophène commercialisé par Raynergy Tek® sous la dénomination commerciale PV2000 ; ou d'un deuxième mélange polymère de [6,6]-phenyl-C₇₁-butanoate de méthyle commercialisé par Nano-C® sous la dénomination commerciale PC70BM et de poly(thiénol[3,4-b]-thiophène commercialisé par 1-Materials sous la dénomination commerciale PTB7-Th. Chacun de ces deux mélanges polymères est associé à de l'O-

20 xylène à titre de solvant (ortho-xylène de formule $C_6H_4(CH_3)_2$) ; et de la Tétraline (1,2,3,4-tétrahydronaphthaline) à titre d'additif pour former les couches actives photovoltaïques 212 et 222. En particulier, le polymère PV2000 du premier mélange ou le polymère PTB7-Th du deuxième mélange sont présents de préférence dans ces deuxièmes compositions d'encre à raison de 10 mg/ml. Par ailleurs, le rapport massique entre le polymère PV2000 du premier

25 mélange ou le polymère PTB7-Th du deuxième mélange et le PC70BM est de préférence de 1:1.5. Aussi, il est à noter que, de préférence, le rapport volumique entre le solvant O-xylène et l'additif Tétraline est de 97 : 3 dans ces deux compositions. Il est à noter qu'on réalise les deux compositions d'encre en ajoutant aux première et au deuxième mélanges polymères le solvant et l'additif et en les maintenant pendant environ 24 heures sous agitation sur plaque

30 chauffante à 80 °C à une vitesse de 700 RPM. On applique ensuite l'une ou l'autre de ces deux compositions pour former la couche active 212 et 222. Aussi, dans ce mode préféré, pour diminuer davantage les résistances série entre chacune des couches des cellules photovoltaïques organiques, après application de la couche active, on réalise un nettoyage des couches actives photovoltaïques à l'aide d'un solvant choisi parmi l'éthanol, le butanol,

35 le méthanol, l'isopropanol et l'éthylène glycol. Ensuite, on procède à un traitement thermique à une température comprise entre 70°C et 130°C pendant une durée comprise entre 1 et 5

minutes, pour former la couche active. En particulier, ce traitement thermique est réalisé sur une plaque chauffante à une température de 85°C pendant 2 minutes.

- [0042] Puis, dans une étape ultérieure, on applique par impression numérique à jet d'encre, sur la couche active photovoltaïque 212, 222, de la cellule photovoltaïque 21, 22 en fabrication, une troisième composition d'encre comprenant un mélange polymère de poly(3,4-éthylènedioxythiophène) et de poly(styrène-sulfonate) de sodium qui sera également en contact avec la couche d'oxyde d'indium étain d'une cellule photovoltaïque adjacente. L'application de cette troisième composition d'encre formera la deuxième couche interfaciale 213 et 223 des cellules photovoltaïques 21 et 22 du module photovoltaïque 200.
- 10 Cette troisième couche interfaciale peut par exemple comprendre :
- _ PEDOT:PSS commercialisé par Agfa® sous la dénomination commerciale IJ1005 ou du PEDOT : PSS commercialisé par Agfa® sous la dénomination commerciale ORGACON S315 ;
 - _ du Triton X-100 (4-(1,1,3,3-tétraméthylbutyl)phényl-polyéthylène glycol de formule-Oct-
15 $C_6H_4-(OCH_2CH_2)_xOH$, $x=9-10$) commercialisé par Merck® à titre de détergent/tensioactif ;
 - _ de l'Ethanediol (ou éthylène glycol, de formule $HOCH_2CH_2OH$) commercialisé par Merck® ;
 - _ du glycérol (1,2,3-Propanetriol ou glycérine, de formule $HOCH_2CH(OH)CH_2OH$) commercialisé par Merck® ; et
 - 20 _ de l'eau déionisée, produite en laboratoire ou bien commercialisée par la société PURELAB® classic sous la marque ELGA® pour l'eau.

- [0043] Ensuite, on procède à un traitement thermique à une température comprise entre 70°C et 130°C pendant une durée comprise entre 1 et 5 minutes, pour former la deuxième couche interfaciale 213, 223 qui est également l'anode. En particulier, ce traitement
- 25 thermique est réalisé sur une plaque chauffante à une température de 120°C pendant 1 à 5 minutes.

[0044] Le module photovoltaïque 200 ainsi obtenu est flexible et les deuxièmes couches interfaciales 213, 223 présentent une résistance carrée comprise entre 100 $\Omega/\square$ et 600 $\Omega/\square$.

- [0045] En procédant ainsi, le module photovoltaïque 200 organique obtenu présente un
- 30 rendement de conversion compris entre 14% et 23%, ce qui est suffisant pour pouvoir utiliser efficacement le module photovoltaïque 200 sous un rayonnement intérieur, c'est-à-dire un rayonnement inférieur à 1000 lux, voire inférieur à 500 lux. En particulier, avec ce module photovoltaïque 200 organique, les pertes de charges photo-générées sont minimisées, et leurs transferts entre les différentes couches des cellules photovoltaïques organiques sont
- 35 améliorés de manière à avoir une stabilité générale du module photovoltaïque. En effet, la

stabilité générale d'un module photovoltaïque 200 organique dépend de la stabilité intrinsèque des différentes couches constituant chacune des cellules photovoltaïques organique du module photovoltaïque organique mais aussi de la stabilité des interfaces entre chacune de ces couches. Par ailleurs, avec le module photovoltaïque 200 utilisé dans ce mode de réalisation préféré, on s'affranchit d'une couche supplémentaire appliquée sur la deuxième couche interfaciale. On a donc une couche qui est à la fois la deuxième couche interfaciale mais également la couche d'anode. Dans ce cas présent, on utilise donc des cellules photovoltaïques organiques comprenant moins d'interfaces que dans celles utilisées dans l'état actuel de la technique. Par conséquent, le risque de perte des charges photogénérées est amoindri et le risque d'avoir une oxydation d'interfaces est également amoindrie.

[0046] Il n'est donc pas nécessaire de procéder, pour la fabrication de ce module photovoltaïque, à un traitement thermique supérieur à 130°C, traitement thermique qui est actuellement mis en œuvre dans l'état de la technique pour recuire généralement la couche d'anode généralement appliquée sur la deuxième couche interfaciale qui peut être en argent, ou en matériaux possédant des propriétés similaires utilisées comme anodes dans les cellules photovoltaïques organiques à structure inverse notamment. Le fait de s'affranchir d'un tel traitement thermique présente l'avantage de ne pas altérer les autres couches des cellules photovoltaïques organiques par une montée en température contraignante. Ainsi, on peut notamment utiliser des modules photovoltaïques comprenant notamment des supports présentant des températures de transition vitreuse inférieure à 130°C, comme le polyéthylène par exemple.

[0047] Le module photovoltaïque 200 est connecté à un dispositif électronique 100 via des moyens connecteurs 120 électriques. Par exemple, ces moyens connecteurs 120 peuvent être deux connecteurs de type câble AWG.

[0048] Le dispositif électronique 100 comprend notamment des composants électroniques configurés pour que le dispositif électronique 100 soit configuré pour récolter et transmettre au moins des données de températures et, de préférence configuré pour mémoriser ces données de températures en fonction du temps. Aussi, le dispositif électronique 100 comprend en outre un accéléromètre et est, de préférence, en outre configuré pour récolter des données d'humidité.

[0049] Le dispositif électronique 100 comprend en outre un moyen de télécommunication configuré pour transmettre les données récoltées à un dispositif extérieur selon un protocole de télécommunication connu de l'homme du métier.

[0050] Ensuite, le module photovoltaïque 200 est placé au-dessus du dispositif électronique 100 comme illustré dans les figures 1 et 2.

[0051] Selon un premier mode préféré de réalisation et comme illustré dans les figures 1 et 2, on encapsule enfin l'ensemble comprenant le module photovoltaïque 200, le dispositif
5 électronique 100 et les moyens connecteurs 120 entre deux plaques 310, 320 électriquement isolantes : une première plaque 310 au-dessus de laquelle est placé le dispositif électronique 100 et une deuxième plaque 320 qui est placée au-dessus du module photovoltaïque 200 qui est lui-même placé entre la première plaque 310 et la deuxième
10 plaque 320. Ici ces deux plaques sont transparentes et sous forme de films PET barrière qui ont pour objectif de rendre étanche le capteur de sorte à éviter l'introduction dans le capteur de molécules d'oxygène et de l'humidité. La mise en place de ces deux plaques est réalisée par lamination pendant 10 minutes à une température inférieure à 85°C avec un dépôt de colle. Cette étape qui est assimilée à une étape d'encapsulation confère au capteur une
15 haute tenue dans le temps ainsi qu'une bonne résistance à l'humidité. Il est à noter que la deuxième plaque 320, c'est-à-dire le film disposé du côté du module photovoltaïque 200, peut, mais pas nécessairement dans la mesure où la deuxième plaque 320 est transparente, comprendre une ouverture 322 au travers de laquelle est disposé au moins en partie le module photovoltaïque 200.

[0052] Selon un deuxième mode préféré de réalisation et comme illustré dans les figures 3 à
20 5, on encapsule enfin l'ensemble comprenant le module photovoltaïque 200, le dispositif électronique 100 et les moyens connecteurs 120 entre deux plaques 310, 320 électriquement isolantes : une première plaque 310 au-dessus de laquelle est placé le dispositif électronique 100 et une deuxième plaque 320 qui est placée au-dessus du module photovoltaïque 200 qui est lui-même placé entre la première plaque 310 et la deuxième
25 plaque 320. Ici, la configuration est similaire à celle du premier mode de réalisation. Toutefois, dans ce deuxième mode de réalisation, ces deux plaques sont soit en partie transparentes de sorte à ce qu'une partie au moins du module photovoltaïque 200 puisse accueillir le rayonnement lumineux, soit comprennent toutes deux une ouverture 322 au travers de laquelle est disposé au moins en partie le module photovoltaïque 200 adapté pour
30 accueillir directement le rayonnement lumineux ou indirectement, c'est-à-dire que le rayonnement lumineux passe au travers du support transparent puis est accueilli par le module photovoltaïque 200.

[0053] Par ailleurs, des composants électroniques du dispositif électronique 100 sont
visibles au travers de la première plaque 310 par exemple, mais aurait très bien pu être
35 visible au travers de la deuxième plaque 320. Ces composants sont en particulier encapsulés entre les deux plaques 310 et 320.

[0054] Le capteur ainsi obtenu selon l'invention, et en particulier selon ces deux modes préférés de réalisation, peut présenter une épaisseur comprise entre 5 mm à 10 mm en fonction des épaisseurs du dispositif électronique 100, du module photovoltaïque 200 et de chacune des deux plaques 310 et 320.

REVENDEICATIONS

1. Capteur de données physiques comprenant :
- un module photovoltaïque (200) comprenant au moins deux cellules photovoltaïques
- 5 interconnectées entre elles en série,
- un dispositif électronique (100) configuré pour récolter et transmettre au moins des données de températures, le dispositif électronique comprenant un circuit imprimé flexible,
 - des moyens connecteurs (120) électriques connectant le module photovoltaïque (200) et le
- 10 dispositif électronique (100),
- le module photovoltaïque (200) étant disposé au moins en partie au-dessus d'un élément comprenant une partie au moins du dispositif électronique (100),
- le capteur comprenant en outre deux plaques (310, 320) électriquement isolantes : une première plaque (310) au-dessus de laquelle est disposé le dispositif électronique (100) et une deuxième plaque (320) configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux de
- 15 sorte à ce que le rayonnement lumineux soit reçu par une partie au moins dudit module photovoltaïque (200),
- le capteur étant caractérisé en ce qu'il présente une épaisseur comprise entre 5 mm à 10 mm, et
- en ce que le module photovoltaïque (200) comprend :
- un substrat flexible en un matériau polymère,
 - au moins une première cellule photovoltaïque et une deuxième cellule photovoltaïque disposées sur le support, chacune des deux cellules photovoltaïques comprenant :
- i. une couche d'oxyde d'indium-étain constituant la cathode et recouvrant le support,
 - ii. une première couche interfaciale d'oxyde de zinc ou d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium, la
- 20 première couche interfaciale recouvrant la cathode,
- iii. une couche active photovoltaïque recouvrant la première couche interfaciale, et
 - iv. une deuxième couche interfaciale comprenant un mélange polymère de poly(3,4-éthylènedioxythiophène) et de poly(styrène-sulfonate) de sodium, la deuxième couche
- 25 interfaciale constituant l'anode et recouvrant la couche active photovoltaïque, la deuxième couche interfaciale étant continue, présentant une structure fibreuse organique et une épaisseur moyenne comprise entre 100 nm et 400 nm,
- la deuxième couche interfaciale de la première cellule photovoltaïque étant en contact avec la couche d'oxyde d'indium-étain de la deuxième cellule photovoltaïque.
- 30
- 35 2. Capteur selon la revendication 1, sans lequel le dispositif électronique (100) est configuré pour mémoriser les données de températures en fonction du temps.

3. Capteur selon l'une des revendications 1 ou 2, selon lequel les deuxièmes couches interfaciales présentent une résistance carrée comprise entre $100 \Omega/\square$ et $600 \Omega/\square$.
4. Capteur selon l'une des revendications 1 à 3, selon lequel le dispositif électronique
5 (100) comprend en outre un accéléromètre et le dispositif électronique (100) est, de préférence, en outre configuré pour récolter des données d'humidité.
5. Capteur selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le dispositif électronique
10 (100) comprend en outre un élément de télécommunication configuré pour transmettre les données récoltées à un élément extérieur selon un protocole de télécommunication.
6. Capteur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la deuxième plaque (320) comprend une ouverture (322) au travers de laquelle le rayonnement lumineux passe de sorte à être reçu au moins en partie par le module photovoltaïque (200).
- 15 7. Capteur selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la première plaque est en outre configurée pour laisser passer un rayonnement lumineux.
8. Capteur selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le substrat est transparent.
20