

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 52824 B1** (51) Cl. internationale : **G01K 1/00; G01K 1/00**
- (43) Date de publication : **30.11.2022**

- 
- (21) N° Dépôt : **52824**
- (22) Date de Dépôt : **24.03.2021**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE HASSAN PREMIER, Complexe universitaire, route de Casablanca, BP 539 Settât, SETTAT, 23000 (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **BOUKDIR Youssef ; EL OMARI Hamid**
- (74) Mandataire : **FAHLI Ahmed**

- 
- (54) Titre : **Sonde pour thermocouple isolé avec temps de réponse court**
- (57) Abrégé : L'invention concerne une nouvelle façon de confectionner les sondes (3) de température qui utilisent les thermocouples (4) comme moyen de mesure. Il existe deux familles de sondes (3) qui utilisent les thermocouples (4) comme capteurs de température : La première famille : sondes isolées (2) ; La deuxième famille : les sondes non isolées (1). Les sondes (3) les plus répandues sont les sondes non isolées (1), elles ont l'avantage d'avoir un temps de réponse trop court (très réactives), mais elles présentent l'inconvénient d'être très sensibles aux parasites électriques présents dans leurs environnements (Ground Loop noise), ce qui rend la mesure de la température erronée voir même impossible puisque très instable et très variable d'un instant à un autre. Pour remédier aux problèmes des parasites électriques, les sondes isolées (2) permettent d'isoler le thermocouple (4) des parois internes de la sonde (3), empêchant ainsi qu'un courant électrique parasite ne puisse passer de la sonde (3) vers le thermocouple (4) puis vers le circuit de conditionnement ; cependant ce type de sonde (3) présente encore l'inconvénient d'un temps de réponse du thermocouple (4) plus long, ce qui engendre des retards de mesures le rendant hors d'usage dans certaines applications. Notre invention a pu joindre les avantages de chaque famille en créant une nouvelle sonde (3) qui utilise un matériau (5) isolant électriquement et en même temps un très bon conducteur thermique, ce qui permet d'avoir une sonde (2) sans parasites électriques et ayant un temps de réponse plus court que la sonde non isolée (1).

## Sonde pour thermocouple isolé avec temps de réponse court

### Abrégé :

L'invention concerne une nouvelle façon de confectionner les sondes (3) de température qui utilisent les thermocouples (4) comme moyen de mesure.

Il existe deux familles de sondes (3) qui utilisent les thermocouples (4) comme capteurs de température :

- La première famille : sondes isolées (2) ;
- La deuxième famille : les sondes non isolées (1).

Les sondes (3) les plus répandues sont les sondes non isolées (1), elles ont l'avantage d'avoir un **temps de réponse trop court** (très réactives), mais elles présentent l'inconvénient d'être très **sensibles aux parasites électriques** présents dans leurs environnements (Ground Loop noise), ce qui rend la mesure de la température erronée voir même impossible puisque très instable et très variable d'un instant à un autre.

Pour remédier aux problèmes des parasites électriques, les sondes isolées (2) permettent d'isoler le thermocouple (4) des parois internes de la sonde (3), empêchant ainsi qu'un courant électrique parasite ne puisse passer de la sonde (3) vers le thermocouple (4) puis vers le circuit de conditionnement ; cependant ce type de sonde (3) présente encore l'inconvénient d'un temps de réponse du thermocouple (4) plus long, ce qui engendre des retards de mesures le rendant hors d'usage dans certaines applications.

Notre invention a pu joindre les avantages de chaque famille en créant une nouvelle sonde (3) qui utilise un matériau (5) isolant électriquement et en même temps un très bon conducteur thermique, ce qui permet d'avoir une sonde (2) sans parasites électriques et ayant un temps de réponse plus court que la sonde non isolée (1).

## Description :

L'invention concerne une nouvelle façon de confectionner les sondes (3) de température qui utilisent les thermocouples (4) comme moyen de mesure.

Un thermocouple (4) - comme son nom l'indique - est un couple de deux matériaux qui permettent grâce à l'effet Seebeck de générer une tension électrique en fonction de la température du milieu ; et grâce à une table de correspondance, on peut savoir la température correspondante à partir de la tension électrique mesurée aux bornes du thermocouple (4).

Il existe deux familles de sondes (3) qui utilisent les thermocouples (4) comme capteurs de température, voir figure 1 :

- La première famille : sondes isolées (2) ;
- La deuxième famille : les sondes non isolées (1).

Les sondes (3) les plus répandues sont les sondes non isolées (1), elles ont l'avantage d'avoir un **temps de réponse trop court** (très réactives), mais elles présentent l'inconvénient d'être très **sensibles aux parasites électriques** présents dans leurs environnements (Ground Loop noise), ce qui rend la mesure de la température erronée voir même impossible puisque très instable et très variable d'un instant à un autre.

Pour remédier aux problèmes des parasites électriques, les sondes isolées (2) permettent d'isoler le thermocouple (4) des parois internes de la sonde (3), empêchant ainsi qu'un courant électrique parasite ne puisse passer de la sonde (3) vers le thermocouple (4) puis vers le circuit de conditionnement ; cependant ce type de sonde (2) présente encore l'inconvénient d'un temps de réponse du thermocouple (4) plus long, ce qui engendre des retards de mesures le rendant hors d'usage dans certaines applications.

Il existe plusieurs techniques pour isoler un thermocouple (4) de sa sonde (3), mais la meilleure technique serait d'avoir un thermocouple (4) utilisant un parfait isolant électrique tout en étant au même temps un excellent conducteur thermique, et ceci en prenant en considération d'autres contraintes techniques :

- La façon la plus simple c'est de centrer le thermocouple (4) au centre de la sonde (3) sans qu'il touche les parois internes de cette dernière, mais dans ce cas le temps de réponse sera trop long vu que l'air qui sépare le thermocouple (4) de la sonde (3) est un très mauvais conducteur thermique.
- Il existe des sondes (3) qui utilisent de l'huile minérale, mais elles nécessitent des sondes (3) étanches pour ne pas avoir des fuites d'huile, sans oublier la dégradation de l'huile suite aux cycles de chauffage et refroidissement tout au long de son cycle de vie.

- Il existe des sondes (3) qui utilisent des poudres de certains minéraux tel que l'alumine, mais la structure poudreuse de ces matériaux empêche d'avoir une surface d'échange optimale, ce qui en résulte une conductivité thermique non satisfaisante.
- Il existe un autre type de sondes (3) qui utilisent des pâtes thermiques à base de poudre de céramiques ou de minéraux, mais leurs conductivités thermiques reste moyenne vu leurs compositions hétérogènes (poudre + pâte), sans oublier l'assèchement de la pâte au court du temps, et il faut aussi avoir une sonde (3) étanche pour éviter à la pâte de se déverser.
- Notre solution utilise un matériau initialement visqueux, qui a l'avantage d'avoir la possibilité de l'injecter au fond de la sonde (3) grâce à une seringue par exemple, et après quelques minutes le matériau (5) durcit et garde contact avec les parois internes de la sonde (3) et le thermocouple (4) se trouvant au centre de cette dernière, tout en assurant une excellente conductivité électrique et une isolation électrique parfaite.

D'après les tests effectués, ce matériau (5) a permis d'offrir une isolation électrique parfaite au thermocouple (4) (pas de parasites électriques) et a assuré une conductivité thermique remarquable, vu que le temps de réponse de la nouvelle sonde (2) est plus court que la sonde non isolée (1) (voir figure 2).

**Revendications :**

1: Procédé de fabrication des sondes (3) de thermocouple (4) caractérisé en ce que le thermocouple (4) est placé à l'intérieure de la sonde (3) sans qu'il touche les parois interne de la sonde (3) (voir figure 1).

2: Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière (5) utilisée pour isoler le thermocouple (4) de la sonde (3) doit être un parfait isolant électrique.

3: Procédé selon la revendication 1 et 2, caractérisé en ce que la matière utilisée (5) pour isoler électriquement le thermocouple (4) de la sonde (3) doit être en même temps un excellent conducteur thermique.

4: Procédé selon la revendication 1, 2 et 3 caractérisé en ce que la matière utilisée (5) pour isoler le thermocouple (4) de la sonde (3) est le polyvinylsiloxane (poly-vinyl-siloxane / vinyl poly siloxane / VPS / vinylpolysiloxane).

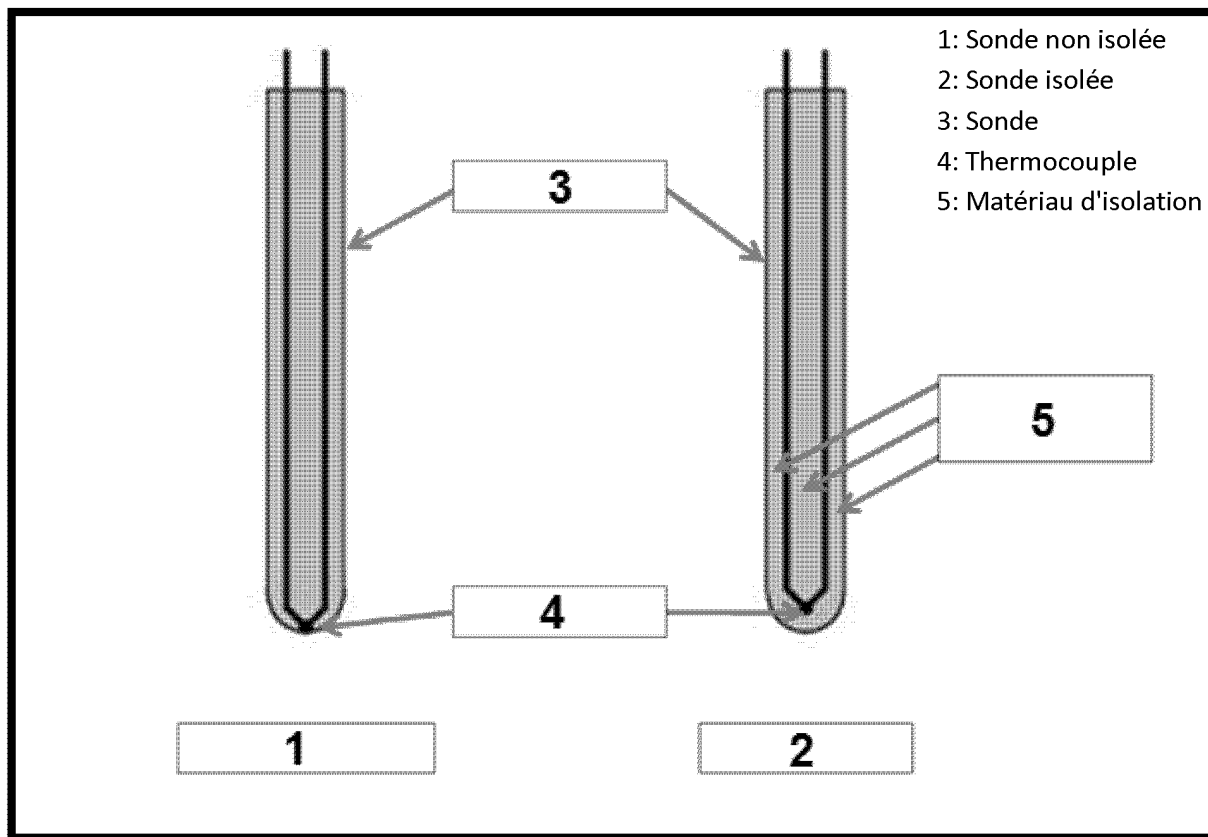


Figure 1: Vue en coupe de l'intérieur d'une sonde isolée et une sonde non isolée

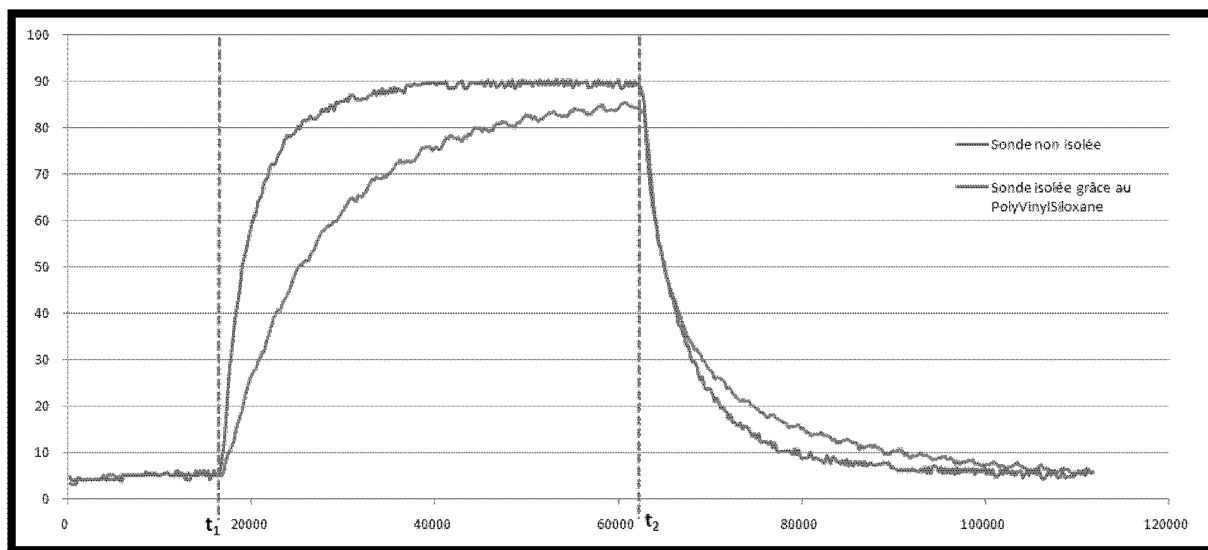


Figure 2: Graphe représentant la différence entre le temps de réponse des deux types de sonde sur une phase de chauffe (de t1 à t2) et une phase de refroidissement (à partir de t2)

## RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 52824	Date de dépôt : 24/03/2021 ;
Déposant : UNIVERSITE HASSAN PREMIER	
Intitulé de l'invention : Sonde pour thermocouple isolé avec temps de réponse court	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b>	
CIB G 01K1/00 CPC : G 01K1/00	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 30/11/2022
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
  - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

**Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-4	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : US4732619A

**1. Nouveauté**

Aucun document ne divulgue l'objet des revendications 1-4 qui est donc nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

**2. Activité inventive**

Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 et divulgue :



Un procédé de fabrication des sondes de thermocouple (voir description) caractérisé en ce que le thermocouple est placé à l'intérieur de la sonde sans qu'il touche les parois internes de la sonde (voir figures 1-4). Ledit procédé est caractérisé par un matériau d'isolation électrique et de conduction thermique (voir description des modes de réalisation).

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que : le procédé comprend l'utilisation du polyvinylesiloxane.

L'effet technique de cette différence est l'isolation électrique des thermocouples.

Le problème objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Fournir une alternative au procédé de fabrication des sondes thermocouples.

Aucun document de l'état de la technique ne contient un enseignement ou une suggestion sur la solution proposée.

Par conséquent, l'objet des revendications 1-4 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

### **3. Application industrielle**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.