

# Sensore elettrochimico di sudore indossabile e flessibile costituito da membrana in composito polimerico contenete grafene

## KEYWORDS

- ☐ SENSORE INDOSSABILE
- ☐ SENSORE ELETTROCHIMICO
- ☐ GRAFENE
- ☐ SENSORE DEL SUDORE
- ☐ MEMBRANA COMPOSITA

## AREA

- ☐ NANOTECNOLOGIE & MATERIALI

## CONTATTI

➤ TELEFONI  
+39.06.49910888  
+39.06.49910855

➤ EMAIL  
u\_brevetti@uniroma1.it

## Priorità

n. 102021000019073 del 19.07.2021

## Tipologia Deposito

Brevetto per invenzione

## Titolarietà

Sapienza Università di Roma 100%

## Inventori

Maria Sabrina Sarto, Alessandro Giuseppe D'Aloia, Hossein Cheraghi Bidsorkhi, Alessio Tamburrano, Lavanya Rani Ballam

## Settore industriale & commerciale di riferimento

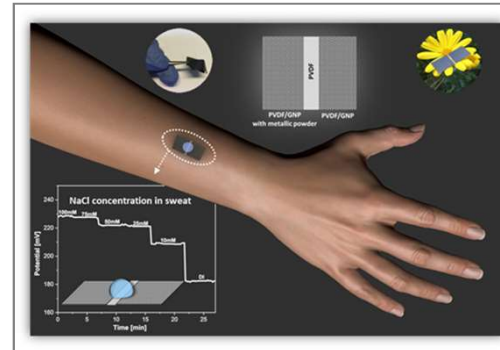
Settori medico/sanitario/assistenzialistico e fitness; monitoraggio mininvasivo continuo, real-time del sudore per DPI

## Stato di sviluppo

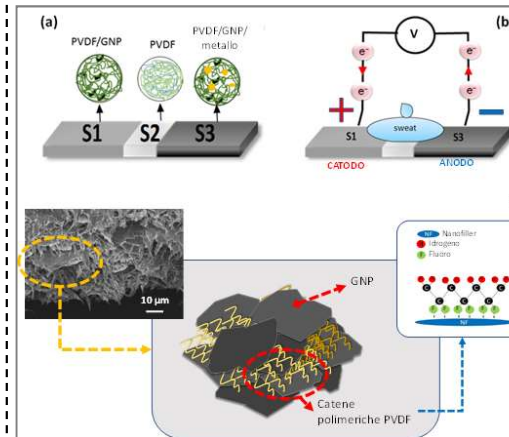
Il TRL è 3, ovvero prototipo funzionante e testato in laboratorio in ambienti significativi. E' prevista l'attivazione di un comitato etico per procedere con i test su persone

## Disponibile

Ricerca, Sviluppo e Sperimentazione



**Fig. 1** Schema del sensore elettrochimico di sudore oggetto della presente invenzione, costituito da una membrana in materiale composito polimerico contenente grafene.



**Fig. 2** Schema costitutivo del sensore di sudore che ingloba i tre settori S1, S2 e S3 (a), principio di funzionamento (b) ed effetto di allineamento delle catene polimeriche di PVDF indotto dalla presenza del nanofiller (c).

## Abstract

L'invenzione riguarda un sensore elettrochimico di sudore indossabile costituito da una membrana in composito con poli (vinilidene fluoruro) (PVDF) e grafene. La membrana è self-standing e ingloba tre diversi settori: un primo costituito da PVDF e grafene, un secondo elettricamente isolante in PVDF, un terzo in composito di PVDF, grafene e possibilmente elementi metallici. Se bagnata con gocce di sudore o altra soluzione elettrolitica, la membrana genera per via elettrochimica un segnale in tensione proporzionale al contenuto di sali della soluzione. E' quindi possibile rilevare la presenza di sudore nonché stimare la concentrazione degli ioni ivi presenti, come schematizzato in Fig.1.

## Pubblicazioni

- ❖ Bidsorkhi, H. C., Ballam, L. R., D'Aloia, A. G., Tamburrano, A., De Bellis, G., & Sarto, M. S. (2020, July). Flexible graphene based polymeric electrodes for low energy applications. In 2020 IEEE 20th International Conference on Nanotechnology (IEEE-NANO) (pp. 263-266). IEEE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

ASuRTT \_ UFFICIO VALORIZZAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO  
SETTORE BREVETTI E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

➤ <http://uniroma1.it/ricerca/brevetti>

# Sensore elettrochimico di sudore indossabile e flessibile costituito da membrana in composito polimerico contenete grafene

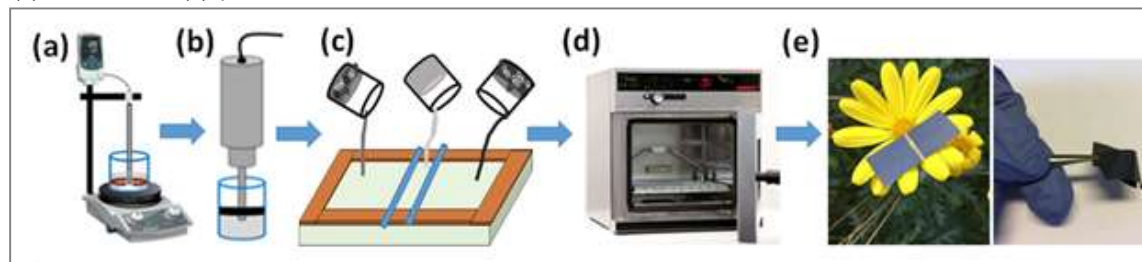
## Descrizione Tecnica

Il sensore è costituito da una membrana sottile polimerica composita in PVDF, contenente grafene e possibilmente metallo. La membrana è self-standing, leggera, flessibile e ingloba tre settori:

- il primo (S1) in PVDF e grafene;
- il secondo (S2) in PVDF;
- il terzo (S3) in PVDF e grafene, possibilmente con elementi metallici.

Il settore S1, se posto a contatto con il sudore o altre soluzioni saline, è sede di reazioni di riduzione mentre il settore S3 è sede di reazioni di ossidazione, come schematizzato in Fig. 2. Conseguentemente, quando sia S1 che S3 sono a contatto con quantità anche piccole di sudore si ha il passaggio di elettroni e quindi un segnale in tensione la cui intensità dipende dalla concentrazione di ioni nel sudore (o altra soluzione salina). Cruciale il processo produttivo della membrana.

**Fig. 3** Processo di fabbricazione del sensore di sudore costituito dal film ibrido con matrice polimerica di PVDF, caricato in parte con nanoplacchette di grafene e contenente elementi metallici. (a): dissoluzione di PVDF; (b): sonicazione delle miscele; (c): colatura delle miscele; (d): cura in forno; (e): prodotto finale.



## Tecnologia & Vantaggi

In sintesi, l'invenzione è innovativa rispetto allo stato dell'arte in quanto:

- economica: non richiede l'impiego di costosi elettrodi di riferimento;
- realizzata con un processo semplice che porta alla produzione di una unica membrana polimerica a 3 settori continui;
- di facile impiego e adattabile alle varie esigenze;
- flessibile, indossabile, lavabile, riutilizzabile;
- non richiede alcuna alimentazione esterna perché è un dispositivo che si autoalimenta per via elettrochimica in presenza di sudore;
- elevata sensibilità a piccole variazioni della concentrazione di elettroliti grazie alla presenza di grafene integrato nella matrice di PVDF;
- biocompatibile e a bassa proliferazione batterica;
- resistente chimicamente;
- permette un facile monitoraggio della concentrazione di elettroliti con risposta immediata del segnale alle variazioni della concentrazione di ioni (come  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ).

## Applicazioni

L'idea alla base della presente invenzione è quella di realizzare un sensore di sudore wearable di tipo elettrochimico, di facile impiego, economico, utilizzabile più volte e lavabile, costituito da una sottile membrana polimerica che, una volta in contatto con il sudore, si comporta da cella elettrochimica, producendo un segnale in tensione la cui intensità dipende dalla concentrazione salina del sudore medesimo. Al fine di dimostrarne la fattibilità e la funzionalità sono stati realizzati diversi sensori a livello prototipale. Questi sono stati sottoposti a vari test atti a simulare diverse condizioni d'esercizio, considerando soluzioni saline e sudore sintetico contenenti diverse quantità di NaCl. Inoltre, si è dimostrato che la membrana a 3 settori può essere utilizzata anche per applicazioni low energy. In particolare, a titolo esemplificativo, sono stati realizzati, caratterizzati e studiati due prototipi di membrana polimerica a tre settori. Il primo campione di dimensioni 1 cm × 2.1 cm è stato testato come sensore di sudore; il secondo campione, di dimensioni 5 cm × 9 cm è stato immerso in soluzione salina e testato come cella elettrolitica.

## CONTATTI

➤ TELEFONI  
+39.06.49910888  
+39.06.49910855

➤ EMAIL  
u\_brevetti@uniroma1.it



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

ASuRTT \_ UFFICIO VALORIZZAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO  
SETTORE BREVETTI E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

➤ <http://uniroma1.it/ricerca/brevetti>