



Allegato 1

**Scheda di proposta per progetto di ricerca sviluppato da Gruppo di Ricerca
Anno 2021**

TITOLO DELLA RICERCA

EFFETTO DELLA TEMPERATURA SUL
COMPORTAMENTO DI MEMRISTOR BASATI
SU HfO₂

PAROLE CHIAVE

| | |
|---|------------------|
| 1 | Memristor |
| 2 | RRAM |
| 3 | Affidabilità |
| 4 | HfO ₂ |

PROPONENTE/COORDINATORE

COGNOME E NOME BASILE SALVATORE

RUOLO PA

E-MAIL salvatore.basile@unipa.it

SSD FIS/07

RICERCATORI DEL DIPARTIMENTO PARTECIPANTI

| N. | COGNOME E NOME | RUOLO | SSD |
|----|------------------|-------|------------|
| 1 | MACALUSO ROBERTO | RU | ING-INF/01 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

RICERCATORI ESTERNI PARTECIPANTI

| N. | COGNOME E NOME | RUOLO | UNIVERSITA'/ORGANIZZ. ESTERNA |
|----|-------------------|----------------------|---|
| 1 | BENVENUTI GIACOMO | DIRETTORE TECNICO | 3D-Oxides SAS 130 Rue G. Eiffel 01630 St Genis Pouilly - France |
| 2 | | | |



SCOPO, DESCRIZIONE E RISULTATI ATTESI DELLA RICERCA

Stato dell'arte (max 10 righe):

I memristor sono dispositivi metallo/ossido/metallo che, se eccitati opportunamente da campi elettrici, mostrano una caratteristica I-V non lineare caratterizzata da un ciclo di isteresi. Tali dispositivi, quindi, possono essere utilizzati come memorie non volatili a bassissima dissipazione di potenza e altissima densità, basate su uno *switching* resistivo. Tra i vari ossidi utilizzati, l'HfO₂ è stato uno dei più promettenti, con rapporti R_{OFF}/R_{ON} fino a 10⁹. Poco è stato riportato però sulle prestazioni di questi dispositivi quando sono sottoposti a condizioni ambientali estreme, quali l'elevata temperatura. Questo tipo di caratterizzazione, assieme ad una modellizzazione teorica, si rende necessaria per studiare l'affidabilità a lungo termine dei memristor, indispensabile per una possibile applicazione industriale.

Obiettivi, ipotesi e metodologia (max 12 righe):

Il progetto si propone di fabbricare memristor del tipo Cu/HfO₂/Pt e di studiarne le caratteristiche elettriche (rapporto R_{OFF}/R_{ON}, *endurance* e ritenzione del dato) al variare della temperatura (da 20 °C a 150 °C). Verrà inoltre elaborato un modello del comportamento dei dispositivi al variare della temperatura. L'HfO₂ verrà depositato attraverso *Chemical Beam Vapour Deposition* (CBVD), una tecnica non ancora utilizzata per realizzare questi dispositivi, che offre la possibilità di controllare finemente lo spessore e la stechiometria dei film di HfO₂, da cui poi dipende il funzionamento a lungo termine e il meccanismo di conduzione nei dispositivi. In particolare, verranno fabbricati e caratterizzati dispositivi con spessore nominale di HfO₂ pari a 10 nm, 20 nm e 30 nm. La qualità dei film di HfO₂ sarà testata con misure XRD e SEM. Verranno realizzati sia dispositivi di dimensione millimetrica sia micrometrica depositando il contatto superiore attraverso opportune *shadow mask*.

Risultati attesi (max 5 righe):

Fabbricazione e caratterizzazione elettrica al variare della temperatura di memristor del tipo Cu/HfO₂/Pt con differente spessore dell'ossido. Studio del meccanismo di conduzione e modellizzazione della dipendenza delle proprietà dei dispositivi al variare della temperatura. Memristor ottenuti attraverso CBVD rappresentano una novità, per cui costituiscono un risultato in sé a prescindere dallo studio termico.



Caratteristiche di interdisciplinarietà del progetto (max 5 righe):

Il presente progetto di ricerca investe competenze che spaziano dalle micro e nanotecnologie (deposizione di film sottili di HfO_2 , fabbricazione dei memristor) alla nanoelettronica (caratterizzazione elettrica dei dispositivi di memoria non volatile), alla fisica dei semiconduttori (modellizzazione del comportamento dei memristor con la temperatura, studio del meccanismo di conduzione dei dispositivi).

PUBBLICAZIONI PREVISTE (art. 6 del Regolamento)

Si prevede di pubblicare i risultati dell'attività di ricerca in almeno 1 articolo in riviste di quartile Q1 o Q2, quali *IEEE Transaction on Electron Devices*, *Semiconductor Science and Technology*, *Nanotechnology*, *Electronics*, *Microelectronic Engineering*, *Journal of Applied Physics*, *Journal of Electronic Materials*, *Solid state Electronics*.

Il progetto prevede una forte interazione tra i diversi settori scientifico disciplinari coinvolti, per cui si prevedono pubblicazioni co-autorate da tutti i partecipanti, incluso il gruppo di ricerca straniero.

Il progetto favorirà quindi l'incremento della produttività dei SSD coinvolti, consentendo ai settori più deboli di migliorare la produttività.

INDICAZIONI SUL SODDISFACIMENTO DEI CRITERI DI CUI ALL' ART. 15 DEL REGOLAMENTO PER IL SISTEMA DI INCENTIVAZIONE, SOSTEGNO E PREMIALITÀ DELLA RICERCA DIPARTIMENTALE

Il progetto coinvolge ricercatori di due settori scientifico disciplinari (di cui uno di materie di base, FIS/07) del Dipartimento di Ingegneria e un ricercatore esperto di un'azienda francese (3D-Oxides, <https://www.3d-oxides.com/>) specializzata in film sottili di ossidi. Il coinvolgimento di gruppi di ricerca diversi sarà uno stimolo ulteriore per pubblicare su riviste prestigiose ad alto fattore d'impatto (quartile Q1 e Q2) e di continuare la collaborazione per partecipare a partenariati e bandi nell'ambito dei programmi di ricerca nazionali ed internazionali. La possibile partecipazione a tali bandi risulta particolarmente rafforzata dal fatto che i temi trattati dal presente progetto sono ben coerenti con i settori dell'European Research Council (ERC):

PE3_4 *Electronic properties of materials, surfaces, interfaces, nanostructures*

PE3_5 *Physical properties of semiconductors and insulators*

PE3_10 *Nanophysics: nanoelectronics, nanophotonics, nanomagnetism, nanoelectromechanics*

PE5_2 *Solid state materials*

PE5_4 *Thin films*

PE7_3 *Simulation engineering and modelling*

PE7_5 *(Micro- and nano-) electronic, optoelectronic and photonic components*



Università
degli Studi
di Palermo

Dipartimento di Ingegneria
Direttore: prof. Giovanni Perrone



FINANZIAMENTO RICHIESTO (max 3.500,00 €)

3.500,00 €

DESCRIZIONE DELLE SPESE PREVISTE

Materiali di consumo (non inventariabili):

- Substrati di silicio e quarzo: 500,00 €
- Consumabili per la pulizia dei campioni (acetone, alcool isopropilico): 300,00 €
- *Shadow mask* con geometrie millimetriche e micrometriche per la realizzazione dei contatti superiori dei dispositivi (1.000,00 €)
- Consumabili per la deposizione dei contatti (Pt, Cu, navicelle/crogioli per la evaporazione termica e per la deposizione con fascio elettronico): 600,00 €
- Spese per pubblicazioni: 1.100,00 €

Il sottoscritto, proponente del progetto, dichiara:

- di non avere disponibilità di fondi di ricerca per un importo superiore a 10.000 €;
- di non avere coordinato gruppi di ricerca risultati assegnatari di finanziamento nell'edizione precedente della misura.

Palermo, 14/10/2021

Firma