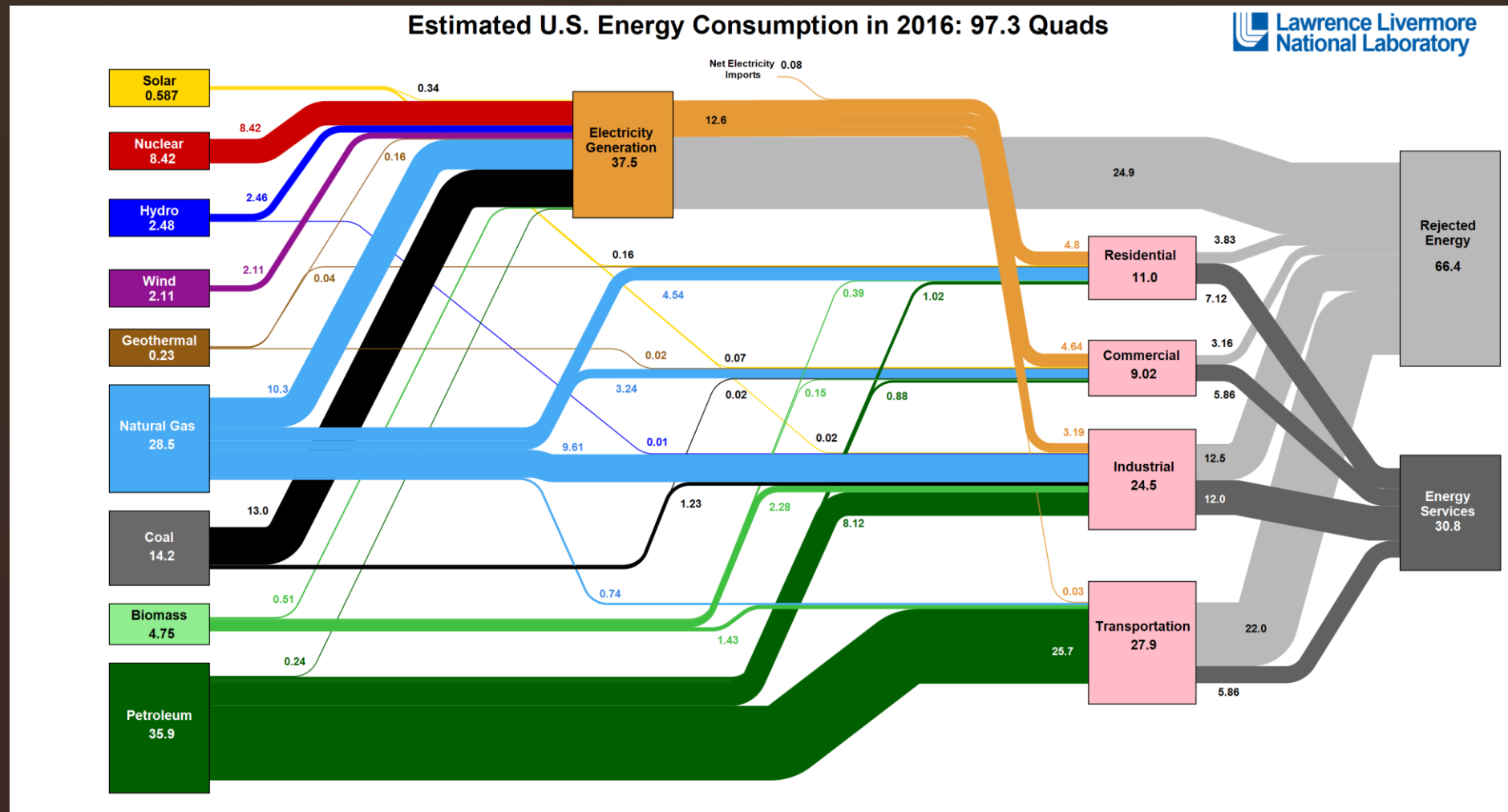


Dario Narducci,  
Dipartimento di Scienza dei Materiali  
[dario.narducci@unimib.it](mailto:dario.narducci@unimib.it)

# Materiali e dispositivi termoelettrici per il recupero di calore a bassa temperatura



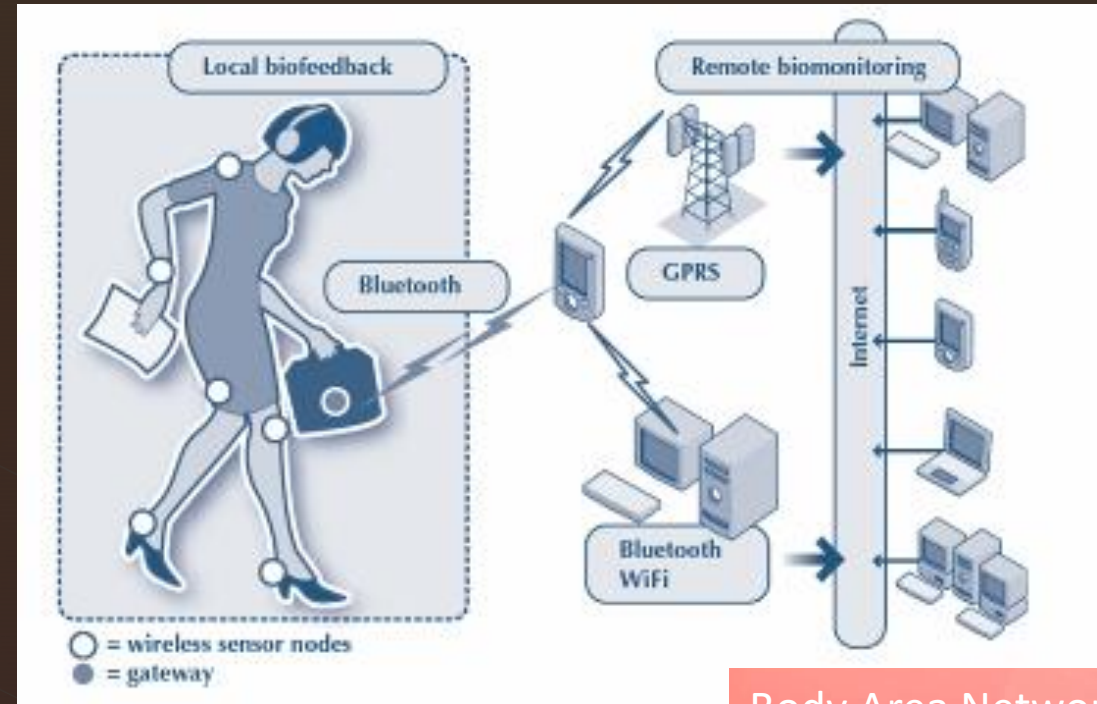
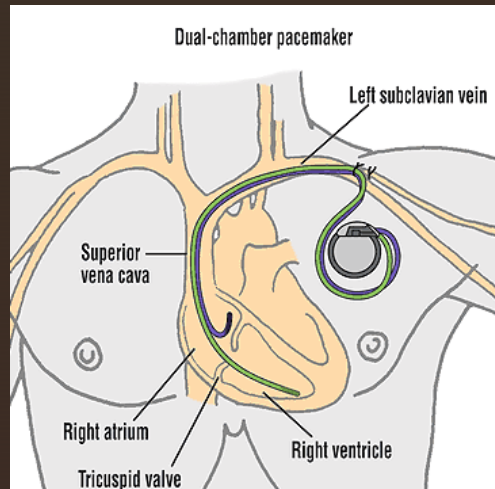
Correntemente, quasi il 50% dell'energia meccanica ed elettrica prodotta a livello mondiale viene dispersa come calore a bassa temperatura. La possibilità di recuperare anche solo il 10% di tale energia porterebbe a disporre di una nuova fonte equivalente per energia erogata al nucleare.



1 quad =  $10^{15}$  BTU =  $1.055 \times 10^{18}$  joule = 293 miliardi di kWh

Le tecnologie di Industrie 4.0 e dell'Internet of Things richiedono fonti di potenza elettrica rinnovabili nell'ordine dei mW.

## Monitoraggio sanitario



Body Area Network

## Wireless Sensor Networks



# Macro e microharvesting di calore

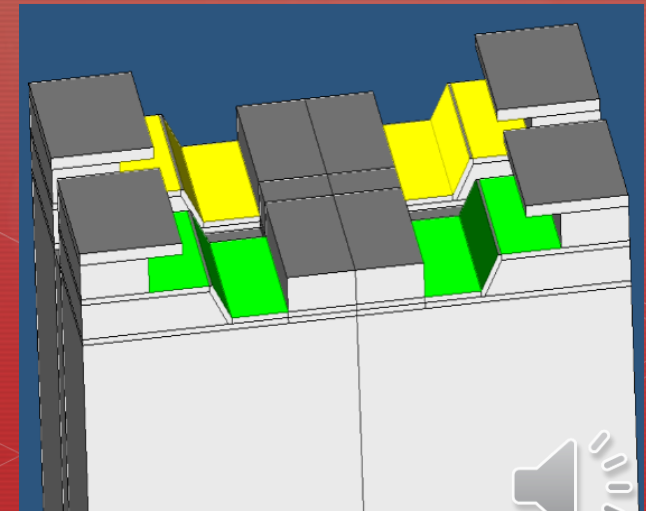
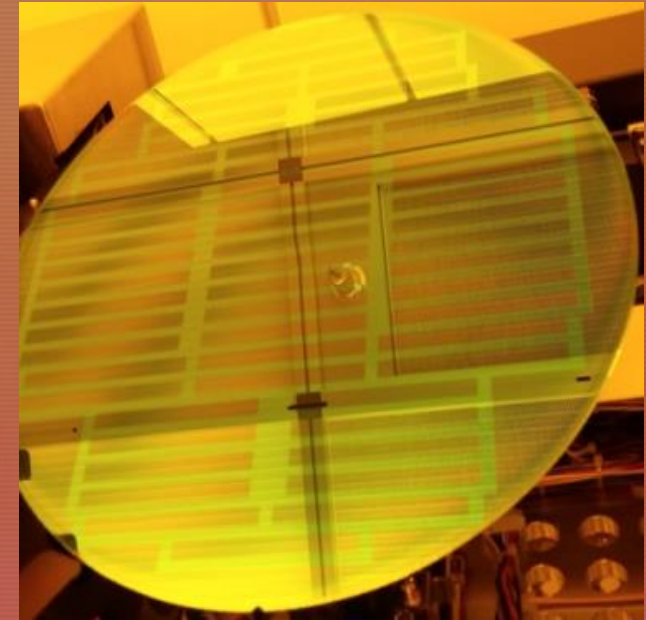
- L'effetto termoelettrico consente la conversione in energia elettrica di calore – senza ricorso a parti in movimento
- Le tesi proposte studiano sia sul piano fondamentale sia su quello applicativo la correlazione tra struttura, chimica e proprietà di trasporto di materiali termoelettrici





# Le tesi: film sottili di silicio nanocristallino iper-drogato

- Il silicio è di per sé un materiale poco efficiente per applicazioni termoelettriche
- Nel 2004, nell'ambito di una partnership industriale, è stato evidenziato come precipitati di  $\text{SiB}_x$  in film di silicio nanocristallino potevano decuplicare l'efficienza di Si
- L'impatto che la disponibilità di un materiale termoelettrico di basso costo e integrabile potrebbe avere sull'IoT portò al trasferimento della tecnologia dal laboratorio all'impianto pilota
- La disponibilità di Si di tipo n ad alta efficienza completerà lo schema di progettazione del dispositivo



# Le tesi: film sottili di silicio nanocristallino iper-drogato

L'attività di tesi prevede:

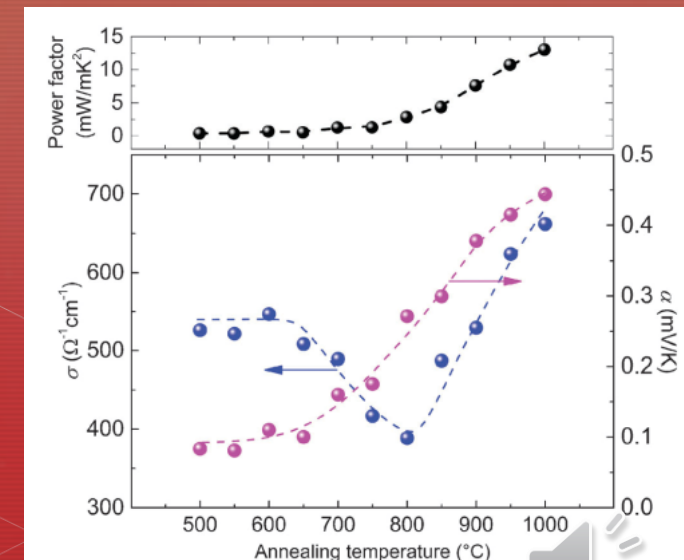
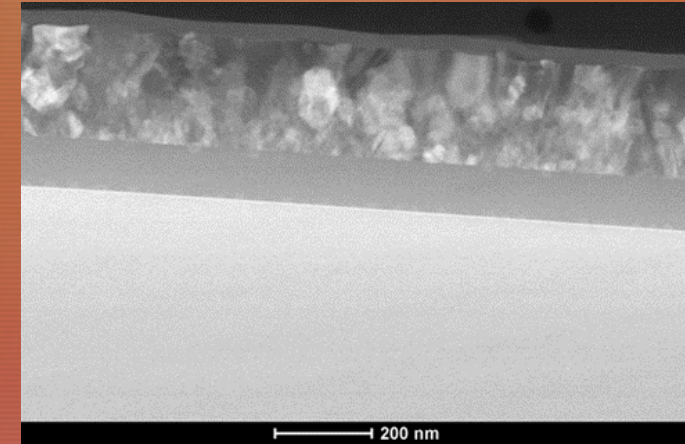
- la progettazione del ciclo di preparazione di film sottili di silicio nanocristallino di tipo n
- lo studio dell'effetto di cicli di trattamento termico sulla distribuzione del drogante nella fase e sulla eventuale formazione di precipitati
- lo studio delle proprietà di trasporto del materiale\*

Il/la laureando/a

- apprenderà le tecniche di crescita, trattamento e caratterizzazione di film sottili
- svilupperà competenze relative alla chimica fisica delle soluzioni solide di silicio e alla loro connessione con le proprietà di trasporto di carica e energia\*\*

\* in collaborazione la University of Warwick

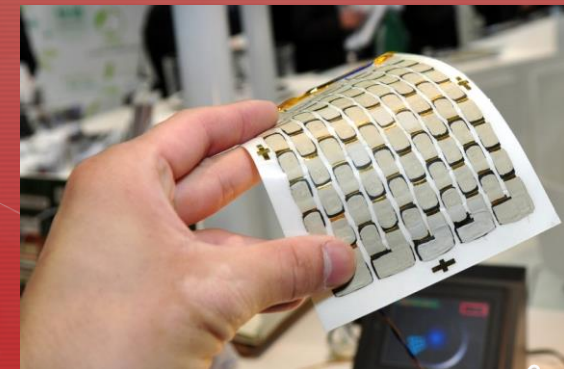
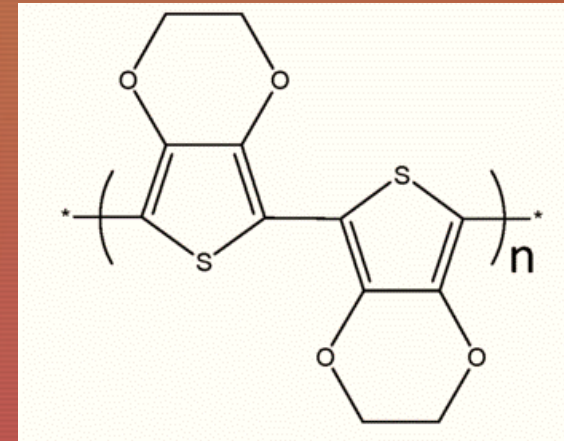
\*\* in collaborazione con la Aix-Marseille University





# Le tesi: chimica, micromorfologia e proprietà di trasporto di PEDOT

- I «semiconduttori organici» rappresentano una frontiera nella ricerca termoelettrica sia in considerazione del loro possibile impiego nello sviluppo di dispositivi flessibili sia a ragione dei meccanismi di trasporto di carica ed energia, diversi da quelli attivi nei semiconduttori inorganici
- Il PEDOT:Tos è uno di polimeri più promettenti, anche se il legame tra le sue ottime proprietà elettroniche e la sua micromorfologia è ancora largamente non chiarito
- Nel corso degli ultimi anni è stata evidenziata una interessante correlazione tra le basi utilizzate nel processo di polimerizzazione, la distribuzione delle lunghezze di catena e i meccanismi di trasporto elettronico\*



\* in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Fisiche dell'Università di Cagliari



# Le tesi: chimica, micromorfologia e proprietà di trasporto di PEDOT

L'attività di tesi prevede

- la preparazione di film spessi di PEDOT:Tos per via chimica utilizzando diversi tipi di basi organiche
- la determinazione della struttura dei film\*
- lo studio delle proprietà di trasporto del materiale

Il/la laureando/a

- imparerà le tecniche di polimerizzazione e deposizione di film spessi di PEDOT
- sarà coinvolto nello studio sperimentale-computazionale delle correlazioni tra condizioni di crescita, microstruttura e proprietà di trasporto di polimeri «semiconduttori»

\* in collaborazione con il CNR-IMM di Bologna

