



In primo piano:

- Quasi un *diario tedesco* nell'Editoriale di Stefano Cecchi
- Effetto tunneling magneto-Seebeck per la spintronica
- Poco più di un mese alla chiusura delle iscrizioni per la Scuola SIF di Varenna sul termoelettrico

L'Editoriale

LaTetanza di Stefano Cecchi*

Ho accolto con piacere, ma anche con un po' di timore, la richiesta del nostro presidente di preparare l'editoriale per il bollettino AIT. Timore perché dall'ormai lontano GiTe 2015 di fatto non partecipo a conferenze di settore, mentre non mi occupo direttamente di termoelettrico da ancor prima. Qualcuno ha scherzosamente parlato di mia latitanza dal GiTe, da cui il TETolo. Timore anche perché all'entusiasmo di qualche anno fa si è aggiunta una dose non più trascurabile di incertezza circa il futuro, che difficilmente riuscirò a non far trasparire. Tuttavia mi sono convinto del fatto che il focus dell'editoriale non debba necessariamente essere di natura puramente tecnica o scientifica, ma possa più semplicemente essere un'occasione per raccontare una storia. Vi racconterò quindi la mia di storia, sperando possa essere di interesse e soprattutto utile ai più giovani che

leggono il bollettino e magari si domandano cosa fare una volta terminato il PhD.

Partiamo dal mio dottorato, conclusosi ormai più di 6 anni fa. È stata un'esperienza per me entusiasmante fin da subito: ho studiato ingegneria elettrica ed avere la possibilità di frequentare un dottorato in fisica mi pareva già un piccolo miracolo. Poi è cominciato "GREENSi", progetto europeo coordinato dal prof. Douglas J. Paul e dedicato allo studio di strutture multistrato Ge/SiGe per la realizzazione di microgeneratori termoelettrici integrati per applicazioni di sensoristica stand-alone. Nell'ambito del progetto si è sostanzialmente svolto il mio dottorato. Gli obiettivi erano sicuramente pretenziosi, e noi in buona parte inesperti del settore. Tant'è che nel corso del progetto abbiamo più volte intrapreso direzioni probabilmente non ottimali, ma abbiamo capito moltissi-

mo e risolto un problema dopo l'altro. Non è questo in fondo lo scopo del nostro "mestiere"? A un anno dalla fine del progetto eravamo decisamente in ritardo rispetto agli obiettivi, ma rimboccandoci le maniche siamo riusciti ad arrivare, un po' col fiatone, a fine progetto con risultati certamente non stratosferici (i tanto agognati paper "high impact" non sono arrivati) ma scientificamente degni di nota. Nei tre anni di progetto avevamo non solo colmato il gap di conoscenza e tecnologico che avevamo, ma eravamo andati ben oltre. Insomma, si era più che pronti per proseguire. Vi invito, se ne avete voglia, a consultare i lavori principale che abbiamo pubblicato: A. Samarelli et al., JAP 113, 233704 (2013); L. Ferre Llin et al., APL 103, 143507 (2013).

(Continua a pagina 2)

Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

L'Editoriale

(Continua da pagina 1)

Tuttavia, e qui si interrompe di fatto la mia attività legata ai materiali termoelettrici, il progetto follow-up di GREENSi non venne finanziato. Il motivo principale i valori di ZT misurati per le nostre eterostrutture, modesti rispetto a ben più celebrati risultati riportati in letteratura. E qui non posso esimermi dal commentare questo fatto. Anzitutto chiedendomi quanti di questi valori siano stati misurati con la dovuta accuratezza (le difficoltà nella misura della conducibilità termica alla nanoscala sono ben note) e siano stati successivamente riprodotti. Inoltre, capita non raramente di leggere che la ZT viene calco-

lata (sarebbe meglio scrivere stimata) facendo un "collage" di proprietà misurate in differenti campioni, se non addirittura utilizzando dati di letteratura. Pratica quantomeno discutibile, soprattutto se la qualità cristallina e il livello di drogaggio dei materiali non sono i medesimi. Uno dei motivi per cui abbiamo accumulato ritardo nel progetto è stato proprio la convinzione di poter (e dover) misurare la figura di merito utilizzando un singolo dispositivo. Potete leggere di più a riguardo in quest'altro lavoro: S. Cecchi et al., EPJ B 88, 70 (2015). In secondo luogo, e qui mi rivolgo un po' a tutti noi, quanto conta davvero la ZT quando l'obiettivo è utilizzare

una fonte di calore, generalmente una perdita, per alimentare un sensore stand-alone? Certamente chi si occupa di dispositivi sa bene che il primo requisito da soddisfare è la potenza richiesta per alimentare il suddetto sensore. Non meno importante è poi il costo per watt prodotto.

Ad ogni modo, come si dice, è acqua passata. Perché la mia carriera scientifica si è spostata altrove, sia in termini di topic di ricerca sia geografici. Lavoro infatti a Berlino dal 2015, dove mi occupo di epitassia di leghe Ge-Sb-Te e relative eterostrutture multistrato. Questi materiali a transizione di fase sono studiati prevalentemente per
(Continua a pagina 4)



Il Paul-Drude-Institut (PDI) di Berlino

Un nuovo half-Heusler di composizione TaFeSb

Segnalazioni dalla letteratura

Tornano dopo la pausa dell'ultimo *Bollettino* le consuete segnalazioni dalla letteratura scientifica.

Cominciamo con un lavoro di scuola cinese apparso sul *L. Polymer Sci. B* che discute l'effetto del riarrangiamento molecolare e del grado di ossidazione per ottimizzare le prestazioni termoelettriche del PEDOT. Il lavoro combina la polimerizzazione in fase di vapore e il post-trattamento con H_2SO_4 per ottenere film PEDOT altamente conduttivi; e usa polietilenim-

mina come agente riducente per migliorare il coefficiente Seebeck. Nel complesso viene evidenziato come l'incremento prestazionale sia correlato con la presenza di regioni ordinate nel materiale.

Sul versante inorganico Chen, Ren e collaboratori presentano su *Nat. Commun.* un nuovo half-Heusler di composizione TaFeSb capace di uno ZT di 1.52 a 973 K.

Nature Energy ospita invece una *News & Views* di Gabi Schier-

ning sull'importanza di materiali termoelettrici capaci di conversione a temperature medio-alte che presenta lo [studio](#) di un'ampia collaborazione tra atenei americani sull'impiego di ossido di grafene ridotto come materiale termoelettrico fino a 3000 K (anche troppo...), dove viene stimato (ma non misurato) uno ZT di 2.6.

Viene invece da Amburgo l'articolo pubblicato da *Science* che discute il tunneling di elet-

(Continua a pagina 3)



Davide Donadio sul silicio termoelettrico

Anno 6, Numero 1

Segnalazioni dalla letteratura

(Continua da pagina 2)

troni spin-polarizzati attraverso una giunzione tunnel magnetizzata sotto l'applicazione di un gradiente di temperatura. L'analisi è condotta posizionando una sonda magnetica e riscaldandone la punta. La misura della termopotenza della giunzione durante la scansione permette una mappatura dello stato di polarizzazione con risoluzione laterale su scala atomica. Evidente l'interesse potenziale per applicazioni in spintronica.

Chiudiamo segnalando il lavoro di rassegna di Davide Donadio sul silicio termoelettrico apparso su [Current Opioni in Green & Sust. Chem.](#); e il recentissimo lavoro pubblicato da Biswas sul [J. Am. Chem. Soc.](#) sulle proprietà di un nuovo isolante topologico di tipo n, il BiSe. Le elevate prestazioni termoelettriche del materiale sono determinate dalla sua bassissima conducibilità termica (~ 0,6 W/mK a 300 K), significativamente inferiore a quella di Bi₂Se₃ (~ 1,8 W/mK a 300 K). Il

drogaggio con Sb e la sinterizzazione per SPS porta ad uno ZT di ~ 0,8 a 425 K.



Stefano Cecchi firma l'editoriale di questo numero del *Bollettino*

Convegni e Scuole

Molto positivo il bilancio del GiTe 2019 appena svoltosi a Bologna, inauguratosi per la prima volta con una sessione pubblica che ha visto la presenza di un nutrito gruppo di studenti delle medie superiori. Tornano ad aumentare le presenze, con presentazioni che hanno coperto tutti gli ambiti della scienza e della tecnologia termoelettrica. Particolarmente significativa la qualità delle presentazioni proposte dai soci junior, giovani e giovanissimi. Un segnale molto positivo che fa ben confidare nel futuro.

Mentre il GiTe dà appuntamento al 2020 (sede ancora da definire), si avvicina una lunga e articolata stagione di convegni.

Ricordiamo le sessioni sul ter-

moelettrico previste allo [Spring Meeting](#) dell'MRS (Phoenix, 22-26 aprile) e all' [E-MRS Spring Meeting](#) di Nizza (27-31 maggio).

A seguire, l'[ICT 2019](#) si terrà quest'anno in Corea congiuntamente con la conferenza della [Asian Association of Thermoelectricity](#) (Gyeongju, 30 giugno — 4 luglio). [Early registration](#) entro il 30 aprile. Dopo la pausa estiva Cipro ospiterà l'[ECT 2019](#) (23-25 settembre). Deadline degli abstract il 31 maggio.

Più o meno negli stessi giorni Perth (Australia) accoglierà i congressisti dello [IUMRS-ICA](#) (22-26 settembre), con un simposio (A7) dedicato alla termoelettricità.

E, come ormai di rito, ricordiamo soprattutto ai più giovani che tra poco più d'un mese (24 aprile) si chiudono le iscrizioni alla [Scuola SIF di Varenna sulla termoelettricità](#) (15-20 luglio), co-sponsorizzata da AIT. Un'ottima occasione per perfezionare le proprie conoscenze senza dover viaggiare fino all'altro capo del mondo...

Chiudono il
24 aprile le
iscrizioni alla
Scuola di
Varenna sulla
termoelettri-
cità



Foto di gruppo al GiTe 2019

Anno 6, Numero 1

L'Editoriale

(Continua da pagina 4)

rio delle macchine si prende totalmente carico dell'esercizio e della manutenzione delle stesse, al punto che potenzialmente si potrebbero utilizzare le macchine 5 giorni a settimana tutte le settimane ad esclusione dei giorni di festività (ben più del necessario per portare avanti la mia ricerca). La cosa che ancora oggi, a distanza di 4 anni dal mio arrivo, più mi colpisce è il numero di tecnici a disposizione, circa uno ogni 2 macchine MBE. In sostanza, gli scientists non sono tenuti ad effettuare alcun intervento tecnico sulle macchine né devono occuparsi ad esempio dell'acquisto di componenti di ricambio. "Na klar!" (Naturalmente!) direbbero qui, essendo scientists ci si deve occupare di produrre scienza, per la tecnica ci pensano i tecnici, lineare. Dato che lo spazio a mia disposizione non è infinito, chiudo raccontandovi un paio di fatti che dovrebbero spiegare almeno tentativamente la mia lamentele. Il primo riguarda la partecipazione a congressi e conferenze: il regolamento di istituto vieta di parteciparvi senza presentare un contributo scientifico. La seconda regola in merito è che il medesimo contributo scientifico non può essere presentato

più di una volta, ad eccezione di seminari su invito. Di fatto, questo impossibilita a partecipare a conferenze non strettamente attinenti alla propria attività in istituto.

Il secondo aneddoto è legato proprio al paper che ho proposto per il premio AIT (S. Cecchi et al., Adv. Funct. Mater 29, 1805184 (2019)). Lo scorso settembre il mio lavoro fu selezionato come institute highlight: in sostanza ho dovuto preparare una short contribution di 6 pagine e mi è stato chiesto di fare una delle 4 presentazioni all'institute annual report meeting (una procedura annuale di valutazione interna agli istituti Leibniz). Una volta mostrato il seminario internamente all'istituto, mi è stato espressamente chiesto dal direttore, il quale aveva in precedenza scelto il mio lavoro, di non mostrare la caratterizzazione termoelettrica perché fuori area tematica rispetto al core business di istituto. Mi è stato quindi chiesto di presentare altro, nello specifico risultati non miei su dispositivi di memoria. Può sembrare assurdo, lo so, ma qui funziona così. Come scritto in precedenza, il posizionamento degli istituti Leibniz deve essere a metà strada tra la ricerca di base e quella applicativa, ed evidentemente il topic TE è

percepito come più applicativo.

Chiudo con una considerazione di carattere generale (premetto molto personale) circa la mia esperienza fino ad oggi. L'impressione che ho avuto è quella di un sistema in cui l'interesse scientifico viene prima di qualsiasi altro aspetto. In questo senso, le enormi risorse a disposizione permettono al ricercatore di svolgere la propria attività in una situazione che non si può non definire confortevole. Il compromesso è però chiaro, non essendoci in larga parte prospettive a lungo termine si è messi nella situazione di dover produrre tanti risultati, e possibilmente eccellenti, in una sorta di "investimento per il proprio futuro", ovunque esso sarà. Questo naturalmente giova anche all'istituto. Di contro, quello di cui certamente ho sentito la mancanza in questi anni è l'attenzione che in Italia si dà, al netto delle limitate risorse economiche, alle persone.

* Paul-Drude-Institut
cecchi@pdi-berlin.de

Associazione Italiana di Termoelettricità

Presidente: Dario Narducci

associtalte@gmail.com

Segretario Generale: Monica Fabrizio

Twitter: @AIT_ItTS

Comitato Esecutivo: Stefano Boldrini, Alberto Castelleri, Carlo Fanciulli, Giovanni Pennelli

Sito web: ait.ieni.cnr.it

AIT è anche su [Facebook](#) e su

Consiglio Direttivo: Umberto Anselmi Tamburini, Stefano Battiston, Riccardo Carlini, Fabio Puglia, Antonella Rizzo

[LinkedIn](#)

L'Associazione Italiana di Termoelettricità

Dallo Statuto dell'AIT:

“La Associazione ha lo scopo di promuovere lo studio e la ricerca nel settore dei fenomeni termoelettrici e delle loro applicazioni e in particolare (a) di favorire e incrementare la ricerca scientifica nel settore della termoelettricità; (b) di divulgare la conoscenza dei fenomeni termoelettrici e l'importanza delle loro applicazioni nel quadro del benessere e del progresso nazionale, europeo e mondiale; (c) di attivare e mantenere relazioni con associazioni, società ed organizzazioni nazionali di altri paesi aventi analoghi scopi e con la European e la International Thermoelectric Society; (d) di promuovere e favorire lo studio dei fenomeni termoelettrici nelle università e nelle scuole di ogni ordine e grado.”

AIT su Internet:
ait.icmate.cnr.it

Come iscriversi all'AIT

Il modulo di iscrizione può essere richiesto a associtalte@gmail.com.

Sono disponibili tre livelli di associazione:

- socio junior, riservato a chi ha fino a 35 anni e a quanti, indipendentemente dall'età, non abbiano un lavoro né fisso né temporaneo al momento dell'iscrizione (la borsa di dottorato non è un lavoro -- né temporaneo né tanto meno fisso). La quota di iscrizione è di 25 €;
- socio attivo, con una

quota di iscrizione pari a 60 €;

- socio sostenitore, con una quota di iscrizione di 110 € — una forma associativa pensata per chi volesse (e potesse) sostenere con uno sforzo speciale la crescita dell'AIT.

Le aziende possono associarsi ad AIT in forma collettiva. Per i dettagli contattare direttamente il comitato esecutivo di AIT (associtalte@gmail.com).

Tutti i soci (juniores, attivi e sostenitori) partecipano

alla attività dell'Associazione con gli stessi diritti e doveri.

Come meglio specificato nel modulo di iscrizione, la quota associativa può essere saldata con bonifico bancario. Su richiesta verrà rilasciata una ricevuta di pagamento oltre ovviamente alla tessera associativa.