

Tecnologie per la visione nell'infrarosso

Finmeccanica è impegnata nelle tecnologie per l'IR imaging per garantire soluzioni allo stato dell'arte nei campi della difesa, della security e della safety.

Le tecnologie per la visione nell'infrarosso (IR) a elevate prestazioni stanno rapidamente evolvendo dalle applicazioni *defence* e spaziali a quelle *consumer* in ambiti quali la sicurezza, l'*automotive* e le *smart infrastructures*. Finmeccanica è impegnata in questa evoluzione, forte delle tecnologie allo stato dell'arte sviluppate nelle sue aziende DRS Technologies (US) e Selex Galileo (UK-Italia), frutto di decenni di attività verticalizzata, dai materiali di base per i sensori, ai sistemi complessi a bordo di piattaforme terrestri, navali, aeree e spaziali, per l'*IR imaging* in condizioni di scarsa illuminazione (notturne) e ambientali difficili (pioggia, nebbia e polvere).

Materiali e tecnologie per i sensori

La validità delle soluzioni Finmeccanica nel settore della visione IR nei vari *ranges* LWIR (Long Wavelength IR, 8-14 μm), MWIR (Medium WIR, 3-5 μm) e SWIR (Short WIR, 1-3 μm) si basa su un impegno costante nella innovazione tecnologica che parte dai materiali con cui sono realizzati gli elementi sensibili fino alla sistemistica degli apparati complessi che integrano le camere termiche a bordo delle piattaforme. Questo impegno verticale riguarda sia le soluzioni in cui il sensore, un *array* bidimensionale di elementi sensibili denominato Focal Plane Array (FPA), è raffreddato a temperature criogeniche nel *range* degli 80°K (*cooled*), sia quelle in cui l'FPA lavora a temperature ambiente (*un-cooled*).

Quasi 50 anni di attività sul Cadmio Tellurio Mercurio (HgCdTe), nei laboratori DRS di Dallas (US) e Selex Galileo di Southampton (UK), hanno portato a risultati costantemente allo stato dell'arte degli FPA *cooled* (figura 1). L'ottenimento di questi risultati parte dal controllo della tecnologia

dei materiali per la realizzazione dell'FPA. Puntando a ottimizzazioni di diversi parametri, dalla uniformità alle basse difettosità e correnti di buio, sono stati sviluppati processi di crescita epitassiale del CMT da fase liquida (LPE) su substrati monocristallini di CZT (Cadmio Zinco Tellurio), a loro volta cresciuti in casa in appositi reattori, e da fase vapore MOVPE (*Metal Organic Vapor Phase Epitaxy*) su substrati commerciali di GaAs (Arseniuro di Gallio), particolarmente vantaggiosi per la larga area ottenibile e quindi per la riduzione dei costi di lavorazione dell'FPA.

L'evoluzione delle architetture dei dispositivi realizzati in questi materiali si è sviluppata dagli iniziali approcci che sfruttavano la fotoconduttività del materiale, ai moderni fotodiodi integrati verticalmente (VIP) ad alta densità, fino agli avanzati dispositivi attivi EAPD (*Electron Avalanche Photo Diodes*) con i quali è possibile ottenere un guadagno fino a 1.000, senza incremento significativo del rumore.

La natura versatile dei dispositivi VIP ha permesso di realizzare FPA di largo formato e alta risoluzione per sensori di immagine di terza generazione, sia singola, sia doppia banda, e in grado di operare a temperature di lavoro più elevate dei convenzionali 80°K. L'integrazione monolitica verticale di due VIP operanti sulle due bande MWIR e LWIR, permette al singolo pixel dell'*array* di operare in *time domain* sulle due bande e quindi realizzare una camera termica bi-cromatica, abilitante per una elaborazione dell'immagine che sfruttando le differenti informazioni spettrali, migliora significativamente l'intelligibilità dell'immagine (figura 2). L'ottimizzazione del materiale e della configurazione del VIP consentono temperature di esercizio dei rivelatori elevate (tipici 150-160°K in MWIR), che alleggeriscono notevolmente il carico di lavoro del sistema criogenico consentendo la drastica riduzione dei consumi elettrici del sistema camera termica e l'incremento della vita operativa (*High Operating Temperature, HOT*). Infine le tecnologie necessarie alla integrazione del sensore con la ROIC (*Read Out Integrated Electronics*) sono di particolare valore dovendo garantire elevata affidabilità nella

interconnessione (*Loop Hole, Bump Bonding*) del singolo pixel al chip di elettronica su silicio, che provvede al suo controllo e alla estrazione del segnale generato dalla radiazione incidente su di esso.

Negli ultimi due decenni DRS è stata impegnata nello sviluppo della tecnologia per FPA operanti a temperatura ambiente basati su *array* di microbolometri che utilizzano ossido di vanadio come elemento termoresistivamente sensibile alla radiazione LWIR. DRS ha sviluppato una configurazione allo stato dell'arte che utilizza *array* con pixel da 17x17 μm , dove l'elemento sensibile adotta una microstruttura originale a "ombrello" realizzata direttamente sulla ROIC, con lo scopo di massimizzare l'assorbimento della radiazione e minimizzare massa termica e conducibilità termica verso la ROIC. Attualmente questo tipo di dispositivi sono largamente usati nel campo *defence* nelle applicazioni dove le dimensioni e i consumi non offrono spazio ai dispositivi *cooled*, come nei sistemi di puntamento sulle armi leggere, nelle configurazioni *helmet mounted* o a bordo di mini-micro UAV. Ma crescenti sono le applicazioni anche in campo *consumer*, come nel monitoraggio degli incendi boschivi, il controllo di processi industriali, la sorveglianza, il medicale e l'*automotive*.

Apparati e applicazioni

Un'ampia serie di tecnologie, costantemente oggetto di innovazione, sono disponibili in Finmeccanica per lo sviluppo dei sistemi che utilizzano gli FPA per le varie applicazioni che tradizionalmente hanno trovato nell'ambito della difesa requisiti sfidanti e soluzioni sempre allo stato dell'arte. Si va dalla sofisticata micromeccanica dei *cryo-cooler* alle tecnologie per la fabbricazione delle ottiche asferiche e diffrattive, dal trattamento a film sottile delle ottiche, per la realizzazione di strati protettivi, antiriflesso, diecrici e specchi, allo sviluppo delle elettroniche analogiche e digitali che ottimizzano le prestazioni degli FPA, fino alle piattaforme gyrostabilizzate per ospitare le camere termiche su piattaforme in movimento.

Frutto di questa cultura tecnologica è un ampio spettro di prodotti, da un vasto *range*



Figura 1: Immagine MWIR realizzata con sensore Merlin a elevata risoluzione (1024 x 768 pixels)



Figura 2: Risultato della fusione DWIR tra immagini MWIR e LWIR ottenute con sensore dual band

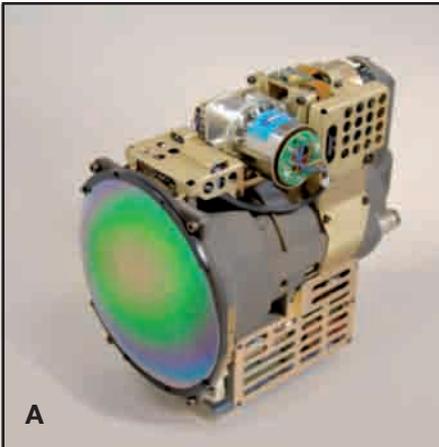


Figura 3: Camera termica ERICA PLUS operante nel MWIR (A)
Microcamera Cd640-12-MW-μ denominata Zefiro (B)

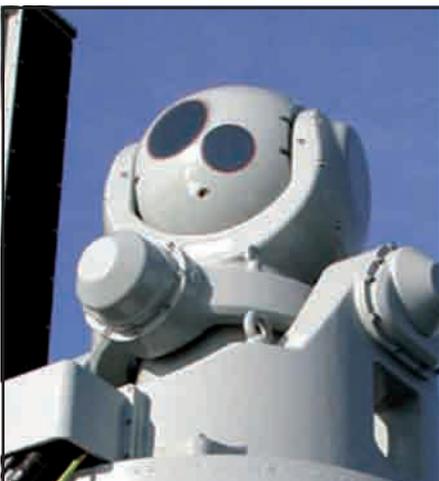
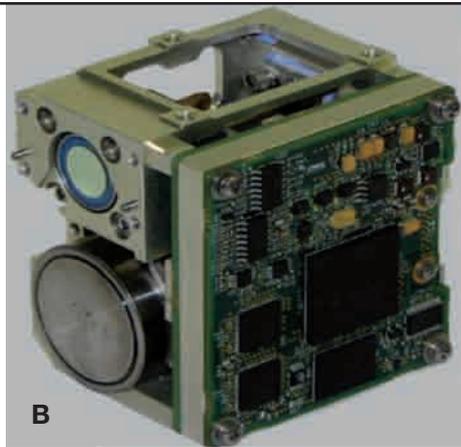


Figura 4: Sistema SASS



Figura 5: Micro camera termica (*uncooled*) Tamarisk@320

di camere termiche a sistemi con funzioni complesse per applicazioni nei vari ambiti terrestri, navali, aeree e spaziali. Nell'ambito della tecnologia *cooled*, a camere termiche avanzate, come l'Erica Plus mostrata in figura 3a, si affiancano soluzioni che aprono a nuove applicazioni come la microcamera Cd640-12-MW-μ mostrata in figura 3b, nella quale la adozione di FPA da 640 x 480 pixels da 12 μm operanti a elevata temperatura nel MWIR consente di limitare i consumi a 5 w in circa 150 cm³ e 400 grammi e quindi aprire la tecnologia *cooled* ad applicazioni anche *handheld*.

Le stesse tecnologie sono utilizzate per la realizzazione di sistemi con funzioni complesse come nel caso dell'IRST (*Infra Red Search and Tracking*) dove il SASS (*Silent Acquisition and Surveillance System*) (figura 4) ne è un esempio per impiego navale e il PIRATE per applicazioni *airborne*. Il SASS, in particolare, sviluppato per la portaerei italiana Cavour e impiegato anche sulla FREMM italiana, operando simultaneamente nelle bande MWIR e LWIR si attiva su segnali minimi prossimi al rumore (*track before detect*) per passare alla localizzazione e alla identificazione di bersagli aerei e navali, là dove la minaccia confermi la propria consistenza, fornendo una mappa IR con 360 gradi di copertura orizzontale.

Vanno ricordati anche sistemi innovativi per l'*imaging* attivo, frutto della integrazione tra le tecnologie laser, e quelle per l'*IR imaging*, in cui il sensore della camera termica opera in sincronismo con un laser impulsato che illumina la scena, fornendo immagini 3D.

Ma Finmeccanica orienta i propri sviluppi nel campo dell'*IR imaging* anche verso le crescenti esigenze di *security* e *safety*. Le camere termiche Watchmaster di DRS ne sono un esempio, ma ancora più emblematica è la famiglia della camera termica *uncooled* Tamarisk (figura 5) specificatamente sviluppata per offrire elevate prestazioni a costi contenuti. In meno di 30 gr e 30 cm³, l'*array* di 320x240 microbolometri in VOx, è integrato alle ottiche e all'elettronica per consumi inferiori a 750 mW. Questo tipo di sistema apre le porte a una vasta serie di applicazioni preclusa alle tecnologie per l'*IR imaging*, dalla sorveglianza diffusa di aree critiche all'*automotive* per il supporto alla guida. ■