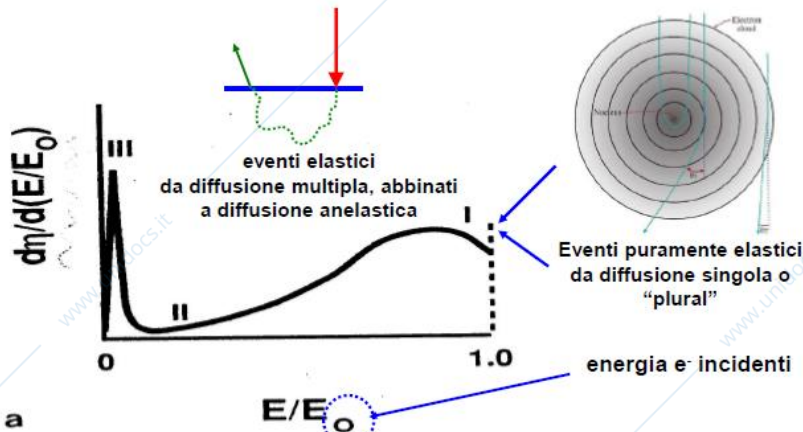


ELETTRONI RETRODIFFUSI

Le immagini in ME le otteniamo andando a raccogliere qualcosa che esce dal materiale, ci mettiamo sopra. Quali sono i segnali che escono dal materiale? Come classificazione generale, dalla superficie del materiale investito dal fascio elettronico, escono degli e-, identici dal punto di vista della costituzione fisica, ma che sono distinti in BSE e SE, sulla base della loro Energia. Immaginiamo di misurare l'E degli e- che escono dal materiale e di misurare in modo relativo questa E rispetto all' E di entrata, quindi abbiamo un diagramma di distribuzione dell'E degli e- che escono dal materiale durante l'interazione col fascio e-. Abbiamo un andamento di questo tipo, che ovviamente termina ad 1, perché non è possibile che dal materiale escano e- che abbiano E maggiore rispetto a quelli che sono entrati. Se gli va bene danno solo interazioni elastiche e non perdono E, altrimenti perdono solo E tramite interazioni anelastiche.



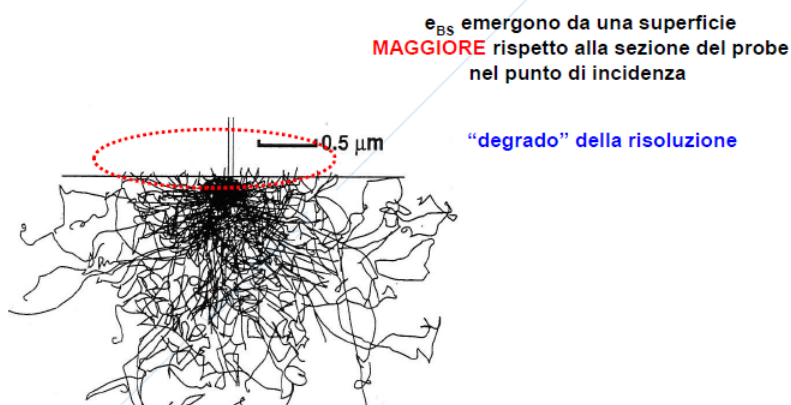
Per convenzione tutti gli e- che escono dal materiale con un'E maggiore o uguale a 50 eV, vengono identificati come BSE. Hanno questa denominazione perché sono e- della 1a frazione, ovvero elettroni (quelli puramente retrodiffusi) che entrano nel materiale, hanno partecipato ad un singolo evento di interazione, puramente elastica, hanno invertito il loro vettore di E_k di 180° e da dove sono entrati riescono. Sono eventi con probabilità diversa da 0 ed infatti c'è una

buona frazione di e- con E relativa pari ad 1 (una frazione minoritaria ha subito una interazione di tipo anelastico). In realtà può succedere che ci siano e- che, attraverso un singolo o pochi eventi di interazione, con prevalente carattere elastico, cambiano la loro direzione così tanto da ritrovarsi indirizzati verso la superficie. Per gran parte del percorso le interazioni sono elastiche, una piccola frazione è anelastica, quindi abbiamo molti e- con tanta E residua rispetto all'E di entrata che escono dalla superficie. Questi e- riescono attraverso una serie di interazioni multiple (tra 2-10) attraverso la superficie (per + di 10 interazioni si parla di interazione plural). L'e- si ritrova ad avere una quantità di moto, che è una grandezza vettoriale, con una componente prevalente nella direzione di uscita, ma non è obbligatorio che esca perpendicolarmente alla superficie, l'importante è che subisca una deviazione superiore a 90° .

BSE: SONO ELETTRONI DEL FASCIO, CHE SONO ENTRATI NEL MATERIALE, HANNO PARTECIPATO AD UNA CERTA SERIE DI EVENTI DI INTERAZIONE CON PREVALENTE CARATTERE ELASTICO (PERCHÉ IN PARTE POSSONO ANCHE AVER PERSO ENERGIA) E SI RITOVANO AD AVERE UNA COMPONENTE VETTORIALE DEL MOTO (PREPONDERANTE) PERPENDICOLARE ALLA SUPERFICIE E POSSONO RITORNARE VERSO LA SUPERFICIE.

Per uscire dalla superficie devono arrivare con una quantità di E sufficiente per vincere la funzione lavoro. Gli e- che escono dopo aver partecipato ad un unico evento di interazione elastica sono molto pochi. Ho collimato il fascio in modo che arrivi in una zona relativamente piccola, perché ci interessa avere una R_s grande. Quindi ho l'idea di sondare porzioni molto piccole di campioni. Gli e- che partecipano prevalentemente ad eventi elastici, soprattutto se il materiale ha numero atomico medio grande, deviano subito dalla direzione di incidenza e si ritrovano a muoversi

Elettroni retrodiffusi e risoluzione



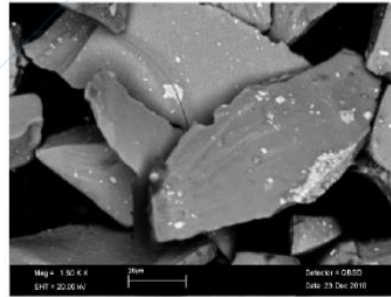
verso la superficie e ad attraversare la superficie, ma non si re-incanalano tutti dove è entrato il fascio, ma escono dove li porta il loro movimento. Quindi i BSE escono dal materiale da una zona ben più larga della zona da cui sono entrati, quindi questo tipo di segnale è a bassa R_s . Infatti abbiamo un fascio ben collimato che incide e il segnale eccitato da questo fascio, esce da una zona molto più grande. Se vogliamo sondare il materiale in un altro punto per ottenere un segnale che non si

sovrapponga a quello prima, non possiamo solo spostare il fascio elettronico, perché il segnale sarebbe lo stesso del precedente, l'informazione sarebbe la stessa e non avrei Rs. Come se fossimo all'interno dello stesso pixel. Per avere info diversa per quanto riguarda l'intensità di segnale, mi devo spostare di tanto, per cui ottengo informazioni integrali su tutta una zona del campione, poi su tutte le altre e così via. Non pensiamo di avere un'alta Rs quando andiamo a costruire immagini raccogliendo le intensità degli BSE. Perché ci occupiamo delle immagini ottenute misurando la quantità di BSE che esce per ogni punto della scansione? Quelli che vediamo nell'immagine non sono colori o emissione di luce, ma è una rappresentazione sulla superficie che usiamo (lastre fotografiche) di una scala di

Esempi di immagini da BSE con contrasto composizionale e morfologico



Parti con atomi più pesanti all'interno di una matrice costituita da atomi più leggeri



Parti con atomi più pesanti alla superficie di una matrice costituita da atomi più leggeri

grigi dove la variazione del livello di grigio corrisponde ad una variazione dell'intensità di segnale, ovvero le zone dove ho grigio scuro sono le zone in cui il campione ha emesso poco segnale del tipo di segnale che stiamo raccogliendo, ovvero pochi BSE. Nelle zone più chiare invece sono arrivati più BSE. Dove ho grigio ho meno emissione di BSE, dove è chiaro sono arrivati più BSE.

Cosa fa cambiare il numero di BSE che può essere emesso da zone diverse del campione, dato che è invariato il V di accelerazione? Riprendiamo la relazione in cui la probabilità (efficienza) degli eventi di interazione elastica (R) è proporzionale a $Z_e/V\theta$.

A numeratore ho il numero atomico Z. Quindi nell'immagine, che sono mappe bidimensionali di contrasto di misure delle diverse intensità di segnale, ho un'informazione anche di tipo composizionale, in termini relativi. In microscopia vedo oggetti ingranditi ma delimitati da bordi, superfici, quindi un'informazione morfologica.

Vedo dalle forme che sono delle particelle più piccole. Sono raccolte andando a misurare punto per punto della scansione che produce un segnale di intensità diversa (riportato sullo schermo). Queste immagini non ci dicono quali elementi sono presenti, che ottengo raccogliendo i raggi X. Ma ci dicono che ci sono più fasi chimiche e la disposizione spaziale relative di una rispetto all'altra. E' il contrasto composizionale che ho nelle immagini da BSE, riesco ad individuare dove sono, una rispetto all'altra, delle zone del materiale che hanno composizione chimica diversa. Dove sono, la loro forma e dimensione. Nell'ambito dei campioni biologici, posso perciò visualizzare selettivamente una cosa rispetto all'altra. Per le cellule la composizione non cambia molto, ho pochi elementi chimici (C, H, N, O), ma se uso un agente di contrasto specifico come l'Ag, che ha un Z maggiore, la sua capacità di generare BSE è molto più elevata. Si lega selettivamente solo con una parte del sistema e raccogliendo i BSE, posso visualizzare il segnale che arriva solo dalla parte dove è stato messo l'agente di contrasto.

Coefficiente di RETRODIFFUSIONE (backscattering)

Possiamo esprimere una capacità di emissione relativa alla composizione chimica a seconda degli atomi presenti. Definiamo un coefficiente di retrodiffusione che è una resa, cioè è il rapporto tra la quantità di BSE rispetto al numero di e- che sono entrati. Difficilmente escono più e- di quelli che sono entrati, quindi al massimo il valore è unitario. E' stato studiato sistematicamente l'andamento di questo coefficiente al variare del numero atomico e si trova un andamento monotono crescente all'aumentare di Z, ma con 2 regimi diversi di pendenza. Quindi la capacità di emettere un numero diverso di BSE cambia in modo significativo per i primi 50 elementi della tavola periodica (Z = 50, stagno), dopodiché la pendenza diminuisce. La pendenza è + marcata nel primo tratto, ma la variazione non è così grande, per cui non ho una variazione significativa di η che ci permetta di distinguere 2 elementi vicini nella tavola periodica.

$$\eta = \eta_{bse} / \eta_{beam}$$

- 1) aumento monotono di η all'aumentare di Z;
- 2) la dipendenza di η da Z è più marcata per gli elementi fino a Z=50;

Dipendenza di η dal numero atomico (per una data eV)

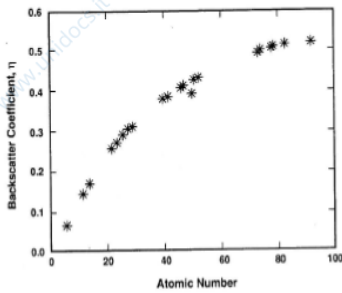


Figure 3.13. Backscattered-electron coefficient η as a function of atomic number at $E_0 = 20 \text{ keV}$ (data of Heinrich, 1966a).

- 1) aumento monotono di η all'aumentare di Z
- 2) la dipendenza di η da Z e' piu' marcata per gli elementi fino a Z=50

per i composti:

$$\eta = \sum_i C_i \eta_i$$

C_i : concentrazione (in massa) dell'i-esimo elemento
 η_i : η dell'i-esimo elemento (per unità di massa)

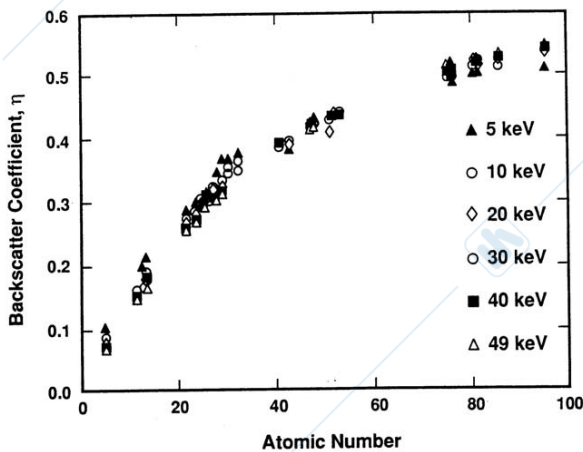
Le immagini da BSE presentano un contrasto (da numero atomico/composizionale/Z) che dipende dalla composizione locale: le differenze di contrasto sono più marcate tra costituenti con Z piccolo.

Il coefficiente di BSE per un composto è la media pesata, sulla base dei coefficienti stechiometrici presenti nel composto, del coefficiente di retrodiffusione dei singoli elementi. Posso distinguere tra Si (segnale + intenso, immagine + chiara) e SiC (più scuro, meno segnali), il C è più

leggero del Si, η risulta essere più basso nel C che nel Si. Vedo forme, dimensioni e disposizioni relative, quindi so come sono disposti i vari composti nel materiale.

Le immagini da BSE presentano un contrasto (da numero atomico/composizionale/Z) che dipende dalla composizione locale: le differenze di contrasto sono più marcate tra costituenti con Z piccolo

DIPENDENZA DALL'ENERGIA DEL FASCIO INCIDENTE



Posso far variare durante la misura il V di accelerazione per esplorare profondità diverse dal campione. In realtà η cambia molto poco al variare dell'E, per ciascun elemento. Questo è lo stesso diagramma di prima, ma cambiano le E da 5 a 50 keV. Questo perché se gli e- hanno via via più E, riescono ad arrivare a profondità via via maggiori. Quando passo dal considerare il V di eccitazione (quanto in profondità arrivano gli e-) a quando vado a trattare le caratteristiche del segnale (e- che escono dalla superficie), bisogna ricordarsi che se un e- esce dalla superficie vuol dire che ha dovuto compiere un percorso per arrivarci. Ma che il percorso sia verso il basso o verso l'alto, nulla cambia dal punto di vista degli ostacoli che incontra l'e-. Sia gli e- entranti che

quelli che si trovano a una certa profondità in condizione di muoversi verso l'alto, prima di arrivare alla superficie, parteciperanno ad interazioni elastiche ed anelastiche. Più elevato il percorso che devono fare, maggiore è il n° di interazioni a cui vanno incontro ed entrambe ostacolano il cammino verso la superficie, quella elastica retrodiffonde i BSE, deviando verso il basso o di fianco gli e- che hanno incominciato a muoversi verso la superficie. Quella anelastica invece frena l'e- e se frena troppo, viene assorbito dal materiale. Oppure l'e- arriva alla superficie ma con

Dipendenza molto contenuta: variazione del 10% (in aumento o diminuzione a seconda dell'elemento) passando da 5 a 50 KeV

$$r_n = Zc/V\theta$$

$$-f(eV): dE/ds \propto 1/E$$

Interpretazione qualitativa:

E (eV) crescenti: meno BSE negli strati più superficiali, MA più BSE dagli strati più profondi (dove arrivano e- con energia sufficiente per essere retrodiffusi ed emergere dalla superficie)

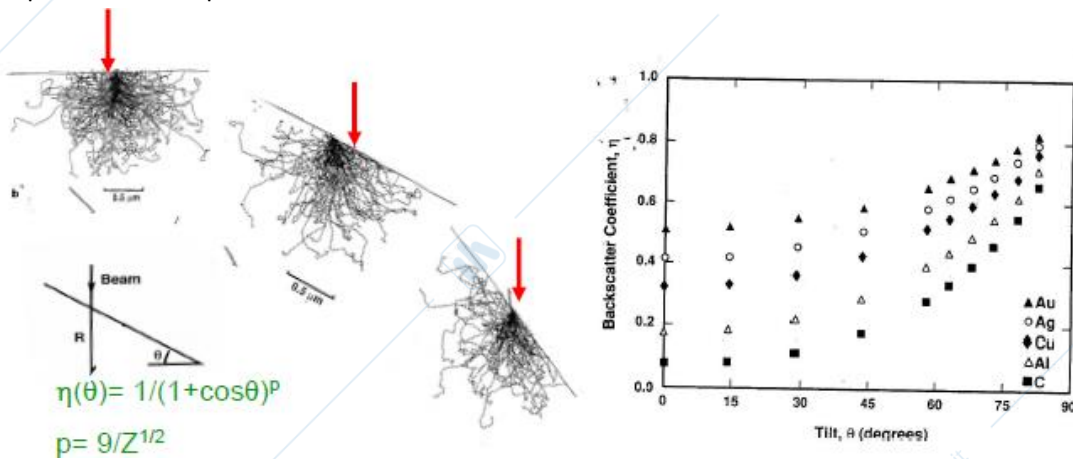
maggiore, quindi la probabilità di emergere è più bassa. Ho spessore di materiale più grande che può produrre BSE, ma la probabilità con cui i BSE, generati a una profondità + grande, arrivano in superficie è più bassa. Questo compensa il fatto che quando gli e- incidenti hanno meno E, il V di eccitazione è più piccolo e quindi la quantità di segnale generata è più piccola. Questo andamento controbilancia il fatto che gli e- più energetici arrivano a maggiore profondità, perché all'inizio vengono frenati di meno.

troppa poca E da non poter vincere la funzione lavoro e rimangono lì. Quindi man mano che diamo E al fascio, è vero che gli e- vanno più in profondità, ma iniziano il loro percorso a ritroso per arrivare alla superficie come BSE ad una profondità

Dipendenza di η inclinazione fascio/superficie (tilt) (inclinazione: angolo tra fascio e normale alla superficie)

η aumenta all'aumentare dell'inclinazione: è la conseguenza dell'aumento della probabilità di diffusione elastica al diminuire dell'angolo di diffusione. Per inclinazioni del fascio elevate (al limite radenti), escono dalla superficie del campione anche molti elettroni del fascio che sono stati diffusi "in avanti" (forward scattering: singola diff. a basso angolo). In condizioni di incidenza ortogonale, tale diffusione avviene verso l'interno del materiale. Presenza di una componente **TOPOGRAFICA** nel contrasto da BSE.

Tutto quello che vediamo nelle immagini è il risultato della presenza di un contrasto, che vuol dire che ci sono parti diverse del campione che emettono una quantità di segnale diversa, che dipende anche dalla forma della superficie. Quindi ho anche una certa informazione di tipo morfologico. Dalle immagini precedenti si vede che ho un bordo che ha un profilo + chiaro, quindi da un bordo affilato escono più e- rispetto ad uno spessore maggiore. Ho quindi anche una dipendenza da quella che è l'inclinazione della superficie, ovvero una dipendenza del n° di BSE emesso dal materiale a seconda dell'inclinazione della superficie rispetto al fascio. Dal punto di vista del segnale del deve uscire, ritroviamo quello visto prima, della forma del V di eccitazione rispetto all'inclinazione della superficie rispetto al fascio. La forma del V di eccitazione non cambia; la probabilità di uscita degli BSE è tanto più elevata quanto più corto è il tragitto che devono fare. Quando l'incidenza è normale, l'e- che deve riemergere da zone parallele si ritrova a fare lo stesso percorso. Anche se sono tortuosi, si fa riferimento al percorso più breve che deve fare, che è la distanza geometrica tra il punto in cui inizia il suo percorso e la superficie



Quando la superficie è inclinata, c'è un numero maggiore di BSE che si trovano più in prossimità della superficie. Quindi ho più e- che sono emessi e di conseguenza una variazione di intensità di segnale, a parità di altre condizioni, al variare dell'inclinazione della superficie rispetto al fascio, ci dice dove la superficie è più inclinata e ci permette di seguire la morfologia del campione. Non è un'informazione raffinata e risolta perché gli BSE escono da delle zone larghe rispetto a dove entra il fascio e quindi se le zone inclinate sono molto piccole non si distinguono rispetto a zone con inclinazioni leggermente diverse.

Contrasto topografico (immagini 3D):

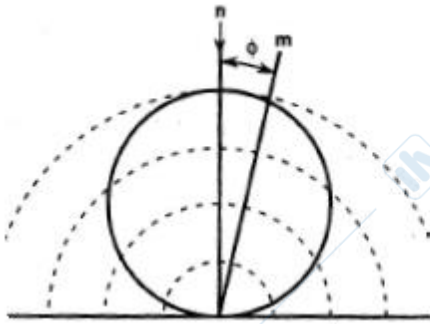
Ruolo della distribuzione angolare di η = DIREZIONALITA' degli BSE

Caso dell'incidenza ortogonale (normale):

Abbiamo visto la quantità totale di BSE che devono uscire dalla superficie, x ciascun punto di entrata del fascio e-. Possiamo immaginare che in tutto il semispazio al di sopra della superficie ci siano degli BSE che escono. Ci chiediamo se gli BSE che escono dal materiale abbiano una distribuzione omogenea nello spazio o ci siano delle direzioni preferenziali. Questo per capire dove metterci per raccogliere gli e-.

Caso più semplice: incidenza normale. Un BSE ha più probabilità di uscire dal materiale con un angolo rispetto al fascio incidente che è pari a 0. Tutte le altre direzioni di uscita presuppongono il fatto che l'e- abbia fatto un percorso più grande all'interno del materiale e quindi la probabilità di uscita diminuisce. Si ritrova che la quantità di BSE che esce dal materiale in funzione dell'angolo di emersione (quindi una distribuzione angolare) segue un andamento

funzionale che sarà dato dalla quantità di BSE che esce dal materiale lungo la direzione che coincide con quella d'entrata per il coseno dell'angolo di emersione, che è quello da il rapporto tra il percorso più lungo effettivamente fatto e quello più breve. La probabilità più elevata si ha quando il coseno dell'angolo vale uno, ovvero quando l'angolo è zero e quindi gli e- escono in questa direzione.



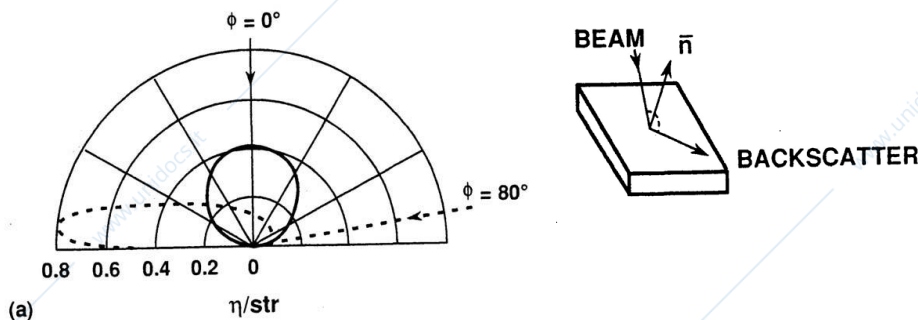
$$\eta(\Phi) = \eta_n \cos \Phi$$

Il numero di BSE emessi ad un certo angolo rispetto al fascio incidente è proporzionale alla lunghezza della corda della sfera (emissione isotropa in tutti i piani che contengono la direzione di incidenza) tracciata.

Il motivo di questa distribuzione dipende da quello che succede nel materiale. E' stato proposto questo modello di schematizzazione per cui se prendiamo il punto di incidenza del fascio e lo facciamo diventare il punto di una sfera, la quantità di BSE che esce dalla superficie ad angoli diversi rispetto a quello di incidenza è proporzionale alla lunghezza della corda della circonferenza individuata tra il fascio incidente ed il raggio che è individuato per determinare l'angolo di emersione. Quindi se vogliamo andare a raccogliere la maggiore quantità di segnale retrodiffuso che esce dal campione prevalentemente piatto, bisogna mettere il rivelatore più vicino possibile al fascio incidente. Questo per campioni piatti e lisci, in cui l'incidenza è sempre normale.

Caso dell'incidenza per incidenze diverse dalla normale

all'aumentare del tilt, la componente di "forward scattering" favorisce l'emersione di elettroni in direzioni diverse da quella di incidenza: la distribuzione angolare dei BSE diventa ASIMMETRICA, con una forma lobata via via più pronunciata al crescere dell'inclinazione della direzione di incidenza.



Forte componente "unidirezionale" per le superfici molto inclinate rispetto al fascio: limitazione nei "toni" del contrasto topografico.

Nel caso in cui l'incidenza non è normale, la quantità di segnale che esce è più complicata. Vediamo un caso di incidenza quasi radente (80 gradi l'angolo). La maggior parte dei BSE uscirà come proseguimento della direzione di incidenza. Perché quando la superficie è molto inclinata, l'interazione elastica avviene in una direzione prossima a quella di propagazione. In genere la situazione normale è quella in cui abbiamo una retrodiffusione verso la stessa direzione da cui gli e- sono arrivati. Per un campione liscio, dobbiamo mettere il detector il più possibile vicino al fascio incidente. Quindi il detector è un disco forato che circonda il campione per raccogliere il maggior numero possibile di e- che escono deviati di poco rispetto alla direzione di incidenza.

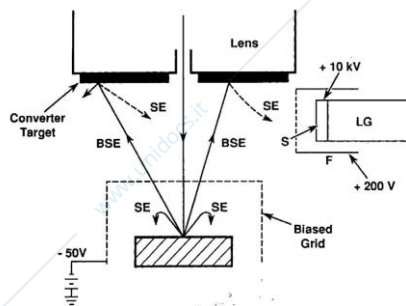
La distribuzione di E degli e- che escono dal campione è continua, però la maggior parte degli BSE esce dal materiale con E molto più alta rispetto a 50 eV (l'E degli SE). Sono e- che escono, pur perdendo E nel materiale, con decine di migliaia di eV. Quindi ho una mescolanza di BSE e SE, ma noi vogliamo solo raccogliere gli BSE, quindi dobbiamo fare

una operazione fisica di separazione, sfruttando la diversa E degli e^- che escono dal materiale. Possiamo circondare il campione con una griglia metallica con delle maglie abbastanza grandi da non dare fastidio al fascio incidente e applicare alla griglia un potenziale negativo di -50 V . Diventa una barriera insuperabile per gli e^- . Questo potenziale non deve perturbare il fascio, ma gli e^- del fascio hanno un'accelerazione che dipende dal fatto che sono stati sottoposti ad una ΔV di 10^4 V , quindi -50 è trascurabile. Anche per gli BSE, che escono dal materiale con una frazione grande dell' E del fascio incidente. Invece gli SE, che sono e^- lenti che escono dal materiale con E minore di 50 eV , si trovano un campo di potenziale negativo di un ordine di grandezza superiore alla loro E e quindi la griglia li respinge, quindi selezioniamo solo gli elettroni retrodiffusi.

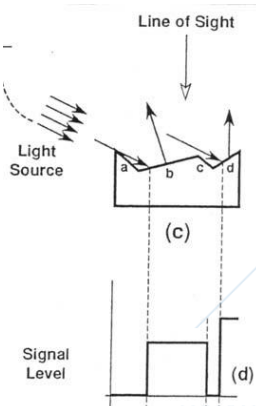
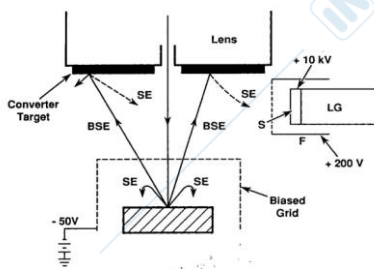
Principio fisico di funzionamento dei rivelatori per spettroscopia elettronica IR e VIS: il fotone arriva al campione che genera il segnale. Il fotomoltiplicatore è usato per l'UV dato che è molto sensibile. Mentre il rivelatore in genere usato è un semiconduttore, in particolare per il VIS è il solfuro di Piombo. In IR usiamo detector MCD che è un semiconduttore. Nel rivelatore dobbiamo indurre una perturbazione energetica. Sono solidi in cui il numero di e^- che è coinvolto nella formazione del legame è ancora abbastanza piccolo e questi si collocano nella banda di valenza. La distanza energetica rispetto alla banda di conduzione è più piccola nei semiconduttori rispetto agli isolanti di qualche eV. Per i metalli la conducibilità è permanente perché ci sono sempre e^- nella banda di conduzione; così come per la spettroscopia di molecole sappiamo che possiamo far passare un e^- dalla banda di legame a quella di antilegame attraverso un assorbimento, anche per un solido posso far entrare E in un solido che sarà usata per promuovere e^- dalla banda di valenza a quella di conduzione. Abbiamo qui degli e^- retrodiffusi che sono e^- energetici che vanno ad impattare contro un materiale, quindi avviene una interazione elastica ma soprattutto anelastica, cedendo la loro E agli e^- del semiconduttore, i quali usano questa E per passare alla banda di conduzione. Il solido semiconduttore diventa conduttore; se questo solido è collocato all'interno di un circuito elettrico, svolgendo il ruolo di una resistenza, la resistività di questo oggetto cambia a seconda del numero di transizioni tra banda di valenza e di conduzione, che è funzione della quantità di BSE che entrano nel materiale. Abbiamo quindi un circuito sottoposto ad una certa ΔV , poi una sua resistenza cambia ed il circuito si sbilancia. Lo rifacciamo tornare in condizioni di equilibrio applicando una opportuna controdifferenza di V . Ma la ΔV che deve essere applicata è misura dello sbilanciamento, cioè misura del numero di BSE che sono entrati nel materiale. Quindi gli BSE che entrano nell'elemento sensibile del detector provocano uno sbilanciamento del circuito in cui è integrato un materiale

sensibile e questo genera un segnale elettrico la cui intensità sarà proporzionale al numero di BSE.

Alla fine esce un segnale elettrico, non è una vera trasduzione come in spettroscopia. I segnali elettrici sono quelli che operativamente è più facile correlare in termini di amplificazione e misura. Il numero di eventi che genera il passaggio da banda di conduzione a valenza è sempre molto piccolo e quindi queste variazioni elettriche sono molto piccole ma possono essere amplificate efficacemente così da produrre delle variazioni misurabili. Questa è la modalità di raccolta del segnale



quando il campione è perfettamente liscio.



Esiste un'altra possibilità meno usata che si ritrova abbinata alla presenza dei rivelatori per SE, che è un rivelatore universale dato che misura sia BSE che SE. La differenza sta nel fatto di vedere cosa cambia se, al posto di misurare l'intensità degli BSE sopra il campione, mi metto di fianco. Siccome gli BSE per la loro E hanno una forte direzionalità, se metto il rivelatore di fianco, raccolgo solo gli e- che si muovono spontaneamente in quella direzione. Per cui posso avere un campione con delle sfaccettature e se metto il rivelatore da un lato raccoglierò un segnale diverso da zero e via via più intenso man mano che le superfici risultano inclinate più favorevolmente per inviare direttamente gli e- alla superficie del rivelatore, mentre quelle inclinate dall'altra parte non faranno arrivare segnale al detector e non le vedrò, ma avrò l'idea di una certa rugosità della superficie.

Se vogliamo fare un parallelo con la luce visibile, dobbiamo scambiare il ruolo del detector e della illuminazione. Noi osservatori, ossia il detector vediamo a fianco, la luce arriva da sopra. Quindi scambiamo i due. Se però noi vediamo il campione da sopra ma mandiamo la luce di fianco, riusciamo a vedere dei chiaro/scuri. Perché se noi direzioniamo il fascio collimato, la luce andrà ad illuminare solo le zone raggiungibili direttamente dalla luce, mentre ce ne saranno altre che sono in ombra.

Aspetto fondamentale:

Qual e' la profondità massima da cui riescono ad emergere gli BSE?

Una volta che gli e- incidenti hanno raggiunto la massima profondità, stimabile dalla relazione di K-O, si genera un segnale che noi raccogliamo sopra il campione. Questo segnale farà quindi un certo percorso per arrivare alla superficie e potrà essere distorto, perché viene frenato o deviato. Quindi ci chiediamo: rispetto a quella che è la massima profondità di arrivo degli e- del fascio, qual è la massima profondità da cui si ha una possibilità di emersione? La massima profondità di emersione è del 40%. Individuiamo sotto la superficie degli strati di uguale spessore di cercare di misurare quale è la frazione di BSE che proviene dai diversi strati. Ovviamente quando consideriamo uno strato più profondo, la probabilità diminuisce. Ogni strato equivale ad 1/10 del raggio di K-O. Per profondità superiori ai 4/10, non escono più segnali.

Il grafico di sinistra è l'andamento differenziale che dice: tra tutti gli e- che escono dalla superficie, quale è il contributo di quelli che arrivano dal primo strato, secondo strato e così via, calcolato in frazioni decimali del raggio di K-O.

Quello di destra è l'andamento cumulativo, cioè per ciascuna profondità (in 0,2 somma il numero di BSE che vengono dai due strati, in 0,3 aggiungo il terzo), quindi è un andamento monotono crescente che raggiunge una saturazione una volta che siamo a 0,4. In base quindi a come conduciamo l'esperimento, ovvero E0, se conosciamo la composizione del materiale (numero atomico medio e densità, attraverso questa relazione possiamo stimare il R di K-O e quando raccogliamo le immagini, dato che non è un'informazione limitata alla superficie del campione, deriviamo il RK-O, ne deriviamo il 40%, quindi sappiamo qual è la stratigrafia del materiale di cui stiamo misurando l'intensità del segnale ad BSE emessi.

Normalmente l'informazione da BSE si riferisce a strati del campione di **spessore non superiore a 0.4 D/RK-O.**

