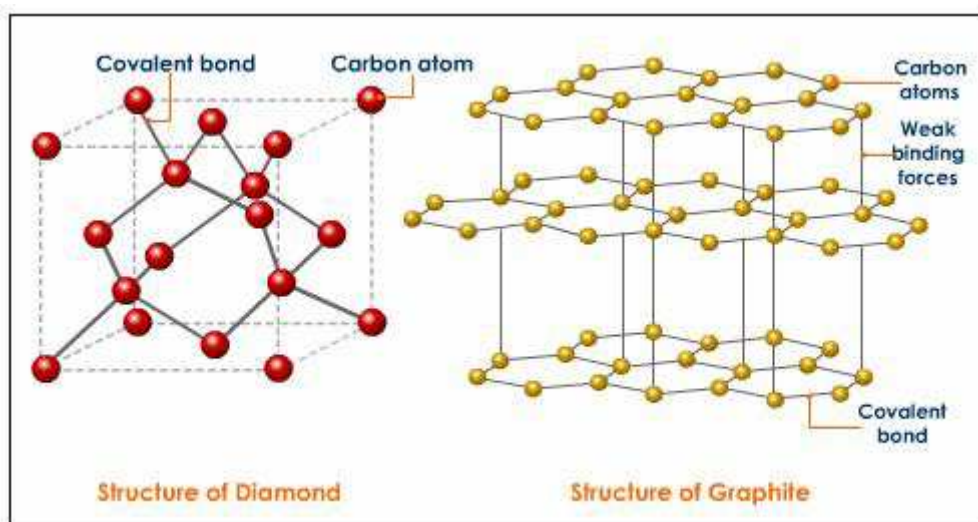


DIAMANTE E GRAFITE



In un diamante, ogni atomo è connesso ad altri 4 atomi di carbonio e tutti insieme sono disposti in modo tetraedrico. Si tratta di una struttura tridimensionale estremamente forte e rigida che si traduce in una rete infinita di atomi. Ciò spiega la durezza del diamante, la straordinaria forza e resistenza e dà al diamante una densità superiore a quella della grafite ($3,514 \text{ g/cm}^3$). A causa della sua struttura tetraedrica, il diamante mostra anche una

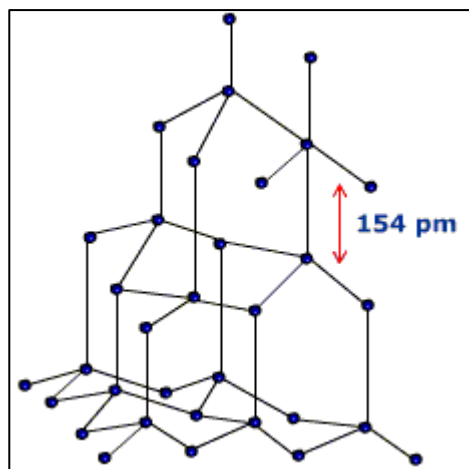
grande resistenza alla compressione. La durezza di un cristallo è misurata su una scala, messa a punto da Friedrich Mohs, che classifica i composti in base alla loro capacità di graffiarsi l'un l'altro. Il diamante è il materiale più duro conosciuto (designato come 10 sulla scala di Mohs). È il miglior conduttore di calore che si conosca, conducendo fino a cinque volte l'importo che il rame fa. Esso è, inoltre, un ottimo conduttore del suono, ma non l'elettricità, è un isolante, e la sua resistenza elettrica, trasmissività ottica e inerzia chimica sono altrettanto notevoli. Peraltro, i diamanti disperdono molto bene la luce. Ciò significa che gli indici di rifrazione per il rosso e la luce viola sono diversi. Come risultato, la gemma si comporta come un prisma per separare la luce bianca nei colori dell'arcobaleno. Quanto maggiore è la dispersione, migliore è la gamma di colori che si ottiene. Questa proprietà dà luogo al "fuoco" dei diamanti. La "brillantezza" dei diamanti deriva da una combinazione di rifrazione, riflessione interna e dispersione della luce. Per il giallo-chiaro, per esempio, il diamante ha un alto indice di rifrazione, 2.4, e un basso angolo critico di 24,5 gradi. Ciò significa che quando la luce gialla passa in un diamante e colpisce una seconda faccia internamente ad un angolo superiore a 24,5 gradi, non si può passare dal cristallo in aria all'esterno, ma invece viene riflesso verso l'interno della gemma.



Gli atomi di carbonio nella grafite sono anch'essi disposti in un array infinito ma, diversamente dai diamanti, sono disposti a strati proprio come una millefoglie. Inoltre, questi array planari sono tenuti

insieme da deboli forze note come interazioni di accatastamento. La distanza tra due strati è più lunga ($3,347 \times 10^{-10}$ metri) della distanza tra gli atomi di carbonio all'interno di ogni strato ($1,418 \times 10^{-10}$ metri) ($1 \text{ \AA} = 1.0 \times 10^{-10}$ metri). Questo spiega la struttura tridimensionale per le proprietà fisiche di grafite. A differenza del diamante, la grafite può essere usata come un lubrificante o per fare matite perché gli strati si sfaldano prontamente. È morbida e scivolosa, e la sua durezza è circa 1 sulla scala Mohs. La grafite ha anche una densità inferiore ($2,266 \text{ g/cm}^3$) rispetto a diamante. La struttura planare della grafite permette agli elettroni di muoversi agevolmente all'interno dei piani. Ciò consente di grafite di condurre elettricità e calore. Essa, inoltre ha una grande capacità di assorbimento della luce e per tale ragione, a differenza di diamante, appare di colore nero.

La struttura del diamante



In questi solidi gli atomi sono legati tra loro da legami covalenti piuttosto che da forze elettrostatiche o da elettroni di valenza delocalizzati che funzionano nei metalli quasi come una "colla". L'esempio più classico di cristallo covalente è il diamante che appartiene al sistema cubico a facce centrate. La configurazione elettronica del carbonio nel suo stato fondamentale è $1s^2 2s^2 2p^2$ ma esso può legare altri atomi facendo uso dei suoi quattro orbitali ibridi sp^3 (¹) diretti verso i vertici di un tetraedro. Ciascun atomo di carbonio si legherà così covalentemente con altri quattro atomi di carbonio disposti tetraedricamente per dare l'edificio cristallino del

diamante, mostrato in figura. I cristalli covalenti sono anche chiamati per ovvie ragioni "cristalli reticolari". In un certo senso ogni atomo di un cristallo covalente fa parte di una molecola gigante che è il cristallo stesso. Questi cristalli fondono a temperature molto alte a causa della notevole forza del legame covalente.

Il diamante è un esempio di cristallo completamente covalente che adotta la stessa struttura della zincoblenda, dove ogni sito di uno ione Zn^{2+} e S^{2-} viene ora occupato da un atomo di carbonio. Ogni atomo di carbonio si lega covalentemente mediante la condivisione di un doppietto elettronico a quattro atomi di carbonio prossimi vicini, con il risultato di formare un reticolo che si estende per un enorme numero di celle elementari in ogni direzione, formando un cristallo con reticolo covalente.

La struttura del diamante, formata da energici legami tra atomi di carbonio che costituiscono un reticolo tridimensionale rigidamente interconnesso, lo rende molto resistente alla deformazione e perciò estremamente duro. Il diamante è tra le più dure sostanze conosciute e trova un esteso uso nell'industria per il taglio di altri materiali. La struttura del diamante viene pure adottata dal silicio e dal germanio.

Nel 1970 la General Electric annunciò la sintesi di diamanti di circa un carato con qualità di gemma; il processo era basato sull'inseminazione di minuscoli germi cristallini, non più grandi del punto alla fine di questa frase. Questi

¹ Significa che il carbonio può 'spaiare' gli elettroni dell'ultimo livello in modo da avere una configurazione con 4 elettroni singoli. In questo modo forma 4 legami uguali che hanno la direzione dei vertici di un tetraedro regolare

germi cristallini sono sottoposti, assieme al catalizzatore metallico e ad una carica di diamanti sintetici ad alte temperature e pressioni all'interno di una speciale pressa. All'alta temperatura di fusione del metallo, la polvere di diamante fonde mentre l'estremità del recipiente che contiene il germe cristallino viene tenuta a temperatura inferiore, in modo che il germe non si ridissolva. Controllando accuratamente la temperatura e la pressione si può provocare la migrazione degli atomi di carbonio dalla polvere di diamante attraverso il metallo catalitico fuso e infine la loro rideposizione sul germe cristallino e l'accrescimento di un singolo cristallo di diamante.

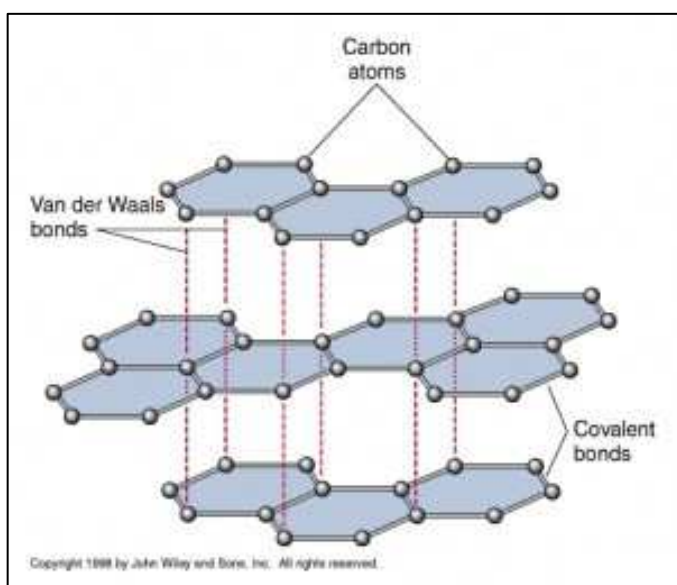
Alcuni scienziati della Università dello Stato della Pennsylvania, descrissero, in una relazione del 1986, un processo di ricoprimento di oggetti con sottili pellicole di diamante sintetico, aprendo la strada a rivoluzionari sviluppi nel campo dell'elettronica, dell'ottica, delle lavorazioni meccaniche, dell'industria chimica e della tecnologia militare. La pellicola di diamante è oggi diventata un materiale di uso comune: nonostante il suo aspetto di ricoprimento traslucido essa migliora radicalmente le proprietà degli oggetti che riveste.

La struttura e la durezza del diamante possono essere imitate da una forma del nitruro di boro (BN), che possiede la struttura della zincoblenda. I legami in questa struttura sono principalmente covalenti e circa della stessa energia di quelli del diamante; questo fatto produce una struttura con reticolo covalente avente una durezza paragonabile a quella del diamante.



Quando sono richiesti abrasivi meno costosi del diamante o del nitruro di boro si ricorre al carburo di silicio, SiC, più comunemente noto con il nome commerciale di carborundum. Il carburo di silicio cristallizza con diverse modificazioni; tra queste ve ne è una isostrutturale con la zincoblenda mentre altre sono strettamente correlate. I legami sono leggermente più deboli di quelli del diamante e quindi il carburo di silicio non ne possiede la stessa durezza, tuttavia esso è prodotto economicamente da sabbia e carbone.

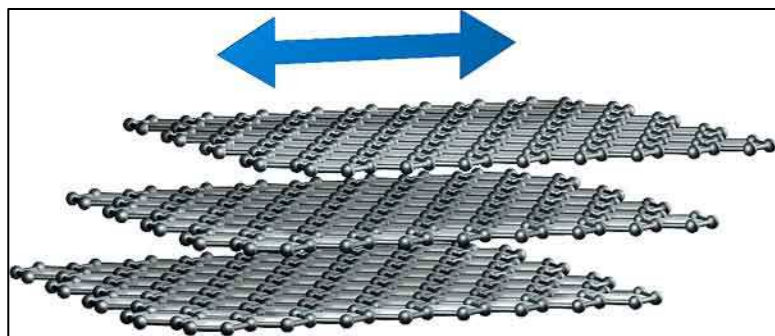
La struttura della grafite



La grafite, l'altra forma del carbonio elementare, adotta una struttura covalente molto diversa a cui corrispondono diverse proprietà fisiche. Questa struttura è costituita da strati planari di atomi di carbonio formanti un reticolo a maglie esagonali. Un cristallo di grafite è costituito da questi strati di atomi di carbonio impilati parallelamente tra loro con una distanza interplanare di 3.35 Å mentre i singoli atomi di carbonio distano tra loro di 1,42 Å. Questa distanza di legame è minore di quella trovata nel diamante ed è molto simile a quella trovata nell'anello benzenico (1,39 Å), fatto che indica che

esiste un legame intermedio tra il semplice ed il doppio tra i carboni. Il legame atomico sui piani è molto energico mentre il legame tra piani è molto debole; di conseguenza i piani scorrono facilmente gli uni sugli altri conferendo alla grafite untuosità e scivolosità al tatto. La sua struttura rende la grafite utilizzabile come lubrificante solido e nelle matite, dove gli strati di grafite scorrendo si staccano dalla superficie e rimangono aderenti alla carta. A causa della sua struttura così differente nelle diverse direzioni, la grafite è fortemente anisotropa, essendo un conduttore nella direzione dei piani ma un isolante perpendicolarmente ad essi. Il solfuro di molibdeno MoS_2 possiede una struttura stratificata simile a quella della grafite; è stato usato come additivo per lubrificanti di motori, in particolare poiché esso è solido e non mostra alcun apprezzabile cambio di viscosità con la temperatura.

Il **grasso alla grafite** è un grasso lubrificante adatto a impieghi gravosi e resiste a pressioni e temperature molto elevate. Trova impiego nella lubrificazione d'ingranaggi, cuscinetti, funi e cavi metallici. Grazie alla sua buona conducibilità elettrica si usa però anche per compiti diversi come l'ingrassaggio dei morsetti elettrici delle batterie per le automobili e dei contatti striscianti. A volte viene usato per proteggere le filettature sebbene per questo compito sia più adatto il grasso ramato.



È un grasso EP (extreme pressure) in cui sono dispersi cristalli di grafite. Questi cristalli si comportano come lubrificanti solidi e avvolgono la superficie lubrificata per ridurre l'attrito nel malaugurato caso in cui il sottile film di grasso dovesse danneggiarsi a causa delle elevate

pressioni. Può sopportare temperature superiori ai $700\text{ }^\circ\text{C}$, resiste bene all'umidità e all'acqua, manifesta spiccata adesività verso le superfici metalliche e vanta proprietà antiruggine e antiossidanti. Talvolta è additivato con bisolfuro di molibdeno.

Le particelle di grafite hanno conformazione lamellare la cui tendenza a sovrapporsi garantisce veli lubrificanti molto robusti mentre quelle di bisolfuro di molibdeno hanno forma sferica, sono incomprimibili ed hanno ottime proprietà lubrificanti. Per inglobarli nella pasta del grasso servono però veicolanti in grado di sospendere e disperdere tali particelle, e detergenti per prevenire morchie; veicolanti e detergenti sono il lato debole di questo tipo di grasso poiché le loro caratteristiche tendono a degradare con il tempo.

Bibliografia:

<http://didattica-online.polito.it>; <http://kosmophysis.com>; <http://it.wikipedia.org>.