

Διθειούχο Μολυβδαίνιο

MoS₂

Σπηλιαρώτης Εμμανουήλ

Δι-ιδρυματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Νανοτεχνολογία για Ενεργειακές Εφαρμογές"

Το διθειούχο μολυβδαίνιο είναι μια ανόργανη ένωση που αποτελείται από μολυβδαίνιο και θείο και η χημική του φόρμουλα είναι το MoS₂.

Εμφανισιακά είναι παρόμοιο με τον γραφίτη ,πρόκειται για ένα ασημένιο μαύρο στερεό και προέρχεται από το θειούχο μέταλλευμα μολυβδαινίτη, ο οποίος υποβάλλεται σε επεξεργασία με επίπλευση για να δώσει σχετικά καθαρό MoS₂.



Εικόνα 1 μορφή διθειούχου μολυβδαίνιου σε Bulk κατάσταση[1]

Η ένωση αυτή είναι η πιο διάσημη από την οικογένεια των Διχαλκογενιδίων Μετάλλων Μετάπτωσης(TMDs transition metal dichalcogenides) και αυτή που έχει μελετηθεί περισσότερο για τις ιδιότητες που παρουσιάζει.

Το MoS₂ χρησιμοποιείται ευρέως για πολλά χρόνια ως λιπαντικό στερεάς κατάστασης, λόγω της υψηλής χημικής και θερμικής σταθερότητας του, καθώς και του χαμηλού συντελεστή τριβής του (0,03-0,06).Η τελευταία ιδιότητα οφείλεται στο γεγονός ότι τα στρώματα του ενώνονται μεταξύ τους με πολύ ασθενείς δυνάμεις van der waals,καθιστώντας τα ικανά να αποκολλώνται πολύ εύκολα το ένα από το άλλο.

Το MoS₂ επίσης διαθέτει μεγάλη μηχανική δύναμη ,ηλεκτρική αγωγιμότητα και είναι ικανό να εκπέμπει φως.

Η πιο σημαντική ωστόσο ιδιότητα που κάνει το MoS₂ τόσο ενδιαφέρον προς μελέτη και ερευνά προκύπτει από την μεταβολή που προκύπτει στις οπτοηλεκτρονικές ιδιότητες μεταξύ της bulk μορφής του και του monolayer(ML).

Ως Bulk χαρακτηρίζονται τα υλικά που ταξινομούνται ,αποθηκεύονται και πωλούνται με το βάρος τους, ενώ ως monolayer ένα ενιαίο στρώμα ατόμων ή μορίων.Τα monolayers επιστρωμένων κρυστάλλων όπως είναι το γραφένιο ή το διθειούχο μολυβδαίνιο χαρακτηρίζονται 2D υλικά.

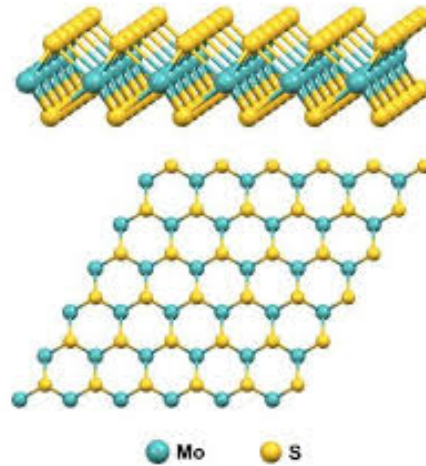
Με το μολυβδαίνιο(Mo) να ανήκει στους ημιαγωγούς και το θείο(S) στα διαμαγνητικά ημιμέταλλα ,το MoS₂ στην Bulk μορφή του είναι ένας διαμαγνητικός ,

ημιαγωγός έμμεσου ενεργειακού χάσματος παρόμοιος με το πυρίτιο(1,23 eV). Όταν όμως απομονώσουμε 1 μόνο φύλο του τότε μετατρέπεται σε ημιαγωγό άμεσου ενεργειακού χάσματος (~1.8 eV)

Αυτό το καθιστά ικανό να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές νανοτεχνολογίας όπου το γραφένιο δεν είναι κατάλληλο.

Διαφορές MoS₂ (ML) από το γραφένιο είναι :

- Άμεσος ημιαγωγός ενεργειακού χάσματος (1.6 eV to 2.1 E_v)
- Δυνατή αλληλεπίδραση spin με τροχιακή στροφορμή (160 meV to 400 meV) .Η αλληλεπίδραση αυτή είναι υπεύθυνη στο να ανοίγουν οι μπάντες σε διαφορετικά spin
- Δεν επηρεάζεται εύκολα από αραιά οξέα και οξυγόνο



Εικόνα 2 κρυσταλλική δομή MoS₂ σε bulk(πάνω) και σε monolayer(κάτω)[2]

Τυπικές εφαρμογές του MoS₂

Bulk:

- Ξηρό λιπαντικό
- Πρόσθετο για λιπαντικά κινητήρων
- Λιπαντικό για συντήρηση

ML:

- τρανζίστορ υψηλής on/off απόκρισης λόγω χαμηλών ρευμάτων διαρροής
- Σε φωτοβολταϊκές διατάξεις καθώς και σε φωτοανιχνευτές
- Εύκαμπτα ηλεκτρονικά

References

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Molybdenum_disulfide

[2] <https://www.ossila.com/products/molybdenum-disulfide-powders-and-solutions>

[3] Electronic structure of a single MoS₂ monolayer, E. S. Kadantsev et al., Sol State Commun., 152, 909–913 (2012);

[4] **Two-dimensional MoS₂: Properties, preparation, and applications** Journal of Materiomics Volume 1, Issue 1, March 2015,