

Galliumarsenid

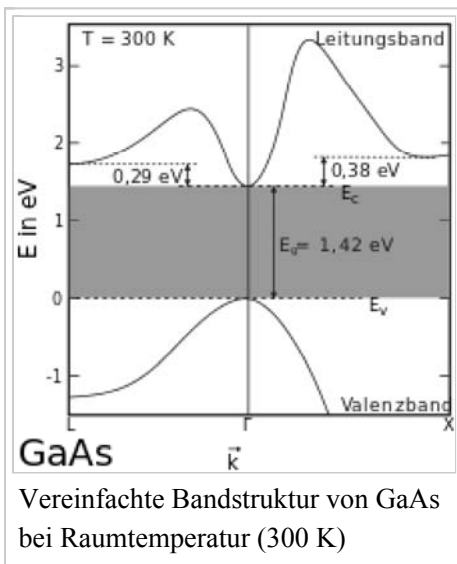
aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie

Die binäre Verbindung **Galliumarsenid (GaAs)** ist ein Halbleiterwerkstoff, der sowohl halbleitend (mit Elementen aus den Gruppen II, IV oder VI des Periodensystems dotiert) als auch semiisolierend (undotiert) sein kann. Die auf diesem Substratmaterial aufbauenden Verbindungen und Epitaxie-Schichten werden zur Herstellung elektronischer Bauelemente benötigt, die bei Hochfrequenzanwendungen und für die Umwandlung elektrischer in optische Signale eingesetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Kristallstruktur
- 2 Anwendungsgebiete
- 3 Herstellung
- 4 Siehe auch
- 5 Literatur
- 6 Weblinks
- 7 Einzelnachweise

Kristallstruktur



Galliumarsenid kristallisiert im kubischen Kristallsystem in der Raumgruppe $F\bar{4}3m$ (Raumgruppen-Nr. 216) mit dem Gitterparameter $a = 5,653 \text{ \AA}$ sowie vier Formeleinheiten pro Elementarzelle und ist isotyp zur Struktur der

Zinkblende^[9]. Die Kristallstruktur besteht aus zwei ineinandergestellten kubisch-flächenzentrierten Gittern (kubisch-dichteste Kugelpackungen), die von Gallium- (Gruppe III) bzw. Arsen-Atomen (Gruppe V) aufgebaut werden und die um ein Viertel der Raumdiagonalen der kubischen Elementarzelle gegeneinander verschoben sind. Die Galliumatome besetzen damit die Hälfte der

Tetraederlücken der Packung aus Arsenatomen und umgekehrt. Galliumarsenid ist ein intrinsischer direkter Halbleiter mit einer Bandlücke von 1,424 eV bei Raumtemperatur (300 K). Die Dichte der Verbindung beträgt 5,315 g/cm³, ihr Schmelzpunkt liegt bei 1238 °C.

Anwendungsgebiete



GaAs-Kristall

In der

Grundlagenforschung und der Halbleiterindustrie wird GaAs vor allem im Rahmen des Materialsystems Aluminiumgalliumarsenid zur Herstellung von Halbleiter-Heterostrukturen verwendet. Bauteile aus Galliumarsenid weisen eine ca. zehnmal so hohe Transitfrequenz als ihre vergleichbaren Pendanten aus Silicium auf. Sie weisen geringeres Rauschen auf und damit aufgebaute elektrische Schaltungen haben einen geringeren Energiebedarf als ihre direkten Äquivalente aus Silicium. Galliumarsenid ist ein Basismaterial für High-Electron-Mobility-Transistoren und Gündioden, welche in der Hochfrequenztechnik eingesetzt werden. Daraus lassen sich rauscharme Hochfrequenzverstärker (LNA) aufbauen, welche unter anderem in Mobiltelefonen, in der Satellitenkommunikation oder bei Radaranlagen Anwendung finden.

Darüber hinaus wird Galliumarsenid benutzt, um mit Hilfe von Lasern bzw. oberflächenemittierenden Lasern Informationen durch Glasfasernetze zu senden sowie Satelliten mit Energie aus Solarzellen (Photovoltaik) zu versorgen. Im Alltag kommt Galliumarsenid in Leucht- und Laserdioden der Farben Infrarot bis Gelb zur Anwendung.

Auch die faseroptische Temperaturmessung stellt ein Anwendungsgebiet für Galliumarsenid. Hierbei werden die Glasfaserspitzen von faseroptischen Sensoren mit einem Galliumarsenid-Kristall bestückt, der, im Hinblick auf seine Eigenschaft unter Temperatureinwirkung die Lage seiner Bandkante zu verändern, ausgewertet wird.

[10]

Dennoch hat Galliumarsenid das Silicium als Massen-Halbleiter für eher alltägliche Anwendungen nicht verdrängen können. Die hauptsächlichen Gründe dafür sind die im Vergleich zu extrem häufigen Element

Kristallstruktur	
 Ga ³⁺ As ³⁻	
Kristallsystem	kubisch ^[1]
Raumgruppe	$F\bar{4}3m$ (Nr. 216) ^[1]
Gitterkonstanten	a = 565,33 pm ^[1]
Allgemeines	
Name	Galliumarsenid
Verhältnisformel	GaAs
CAS-Nummer	1303-00-0
Kurzbeschreibung	dunkelgrauer Feststoff ^[2]
Eigenschaften	
Molare Masse	144,64 g·mol ⁻¹
Aggregatzustand	fest
Dichte	5,31 g·cm ⁻³ ^[3]
Schmelzpunkt	1238 °C ^[3]
Dampfdruck	984 hPa (1238 °C) ^[4]
Löslichkeit	reagiert mit Wasser ^[3]
Sicherheitshinweise	
GHS-Gefahrstoffkennzeichnung aus EU-Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP) ^[5]	
Gefahr	
H: 301-331-410	
H- und P-Sätze	P: 261-301+310-304+340-321-405-501 ^[4]
EU-Gefahrstoffkennzeichnung ^[6] aus EU-Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP) ^[7]	

Silicium wesentlich höheren Preise der deutlich selteneren Ausgangsstoffe Gallium und Arsen, sowie die aufwändigere Technologie zur Herstellung von Einkristallen. Dieser hohe technologische Aufwand begrenzt zugleich die Masse und den Durchmesser der Galliumarsenid-Einkristalle. Außerdem lassen sich in Silicium leichter isolierende Bereiche erzeugen – meist in Form von Siliciumdioxid –, als es im Galliumarsenid möglich ist. Da im GaAs wegen der im Vergleich zum Silicium deutlich geringeren Mobilität seiner leitenden Defektelektronen (den sogenannten "Löchern") auch keine guten p-Kanal-Feldeffekttransistoren realisiert werden können, ist die CMOS-Schaltungstechnik in GaAs nicht möglich; dadurch kehrt sich der energetische Vorteil von GaAs für viele Anwendungszwecke ins Gegenteil um.

Bei der Herstellung von GaAs kommt das giftige Arsen zum Einsatz. Problematisch sind auch die flüchtigen giftigen Zwischenprodukte während der Herstellung von GaAs, wie die beim Ätzen von GaAs entstehende Arsensäure.

Herstellung

Die Herstellung von Galliumarsenid-Einkristallen (Kristallzüchtung) erfolgt aus einer Schmelze der beiden Elemente Gallium und Arsen durch dampfdruckgesteuerte Tiegelziehverfahren, beispielsweise „*Liquid Encapsulated Czochralski*“- oder „*Vertical Gradient Freeze*“-Verfahren (LEC bzw. VGF-Verfahren). Stand der Technik sind Wafer mit einem Durchmesser von 150 mm, wobei die Möglichkeit zur Fertigung von Wafern mit 200 mm Durchmesser nachgewiesen wurde. GaAs- oder AlGaAs-Schichten können epitaktisch auf entsprechenden Substraten hergestellt werden, solche Schichten sind ebenfalls Einkristalle. Üblicherweise geschieht dies mit einer Rate von ca. 1 µm/h abhängig von dem Epitaxieverfahren.

Siehe auch



- Festkörperphysik
- Halbleiterphysik

Literatur

- S. Adachi: *GaAs and related materials : Bulk semiconducting and superlattice properties*. World Scientific, Singapore 1994, ISBN 981-02-1925-3.
- O. Madelung, M. Schulz, H. Weiss: *Semiconductors : Technology of Si, Ge and SiC*. In: *Landolt-Bornstein - Group III: Condensed Matter*. 17c, Springer, Berlin 1984, ISBN 0-387-11474-2.
- M. Schulz, H. Weiss: *Semiconductors : Technology of III-V, II-VI and non-tetrahedrally bonded compounds*. In: *Landolt-Bornstein - Group III: Condensed Matter*. 17d, Springer, Berlin 1984, ISBN 0-387-11779-2.

Weblinks

 **Commons: Galliumarsenid** (https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gallium_arsenide?uselang=de) – Sammlung von Bildern, Videos und Audiodateien

		
	Giftig (T)	Umwelt-gefährlich (N)
R- und S-Sätze	R: <u>23/25-50/53</u> S: <u>(1/2)-20/21-28-45-60-61</u>	
MAK	nicht festgelegt, da cancerogen ^[4]	
Thermodynamische Eigenschaften		
ΔH_f^0	−71,0 kJ/mol ^[8]	
Soweit möglich und gebräuchlich, werden SI-Einheiten verwendet. Wenn nicht anders vermerkt, gelten die angegebenen Daten bei Standardbedingungen.		

- *Physical properties of Gallium Arsenide (GaAs)* (<http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/GaAs/index.html>). Ioffe-Institut St. Petersburg, abgerufen am 10. Juni 2010 (englisch).
- Katherine Bourzac: *Der bessere Halbleiter* (<http://www.heise.de/tr/artikel/Der-bessere-Halbleiter-1006146.html>). Technology Review, 26. Mai 2010, abgerufen am 10. Juni 2010.

Einzelnachweise

1. ioffe.ru: Basic Parameters of Gallium Arsenide (GaAs) (<http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/GaAs/basic.html>)
2. Eintrag zu *Galliumarsenid* (<https://roempp.thieme.de/roempp4.0/do/data/RD-07-00103>). In: *Römpp Online*. Georg Thieme Verlag, abgerufen am 30. Mai 2014.
3. Datenblatt *Galliumarsenid* (<https://www.alfa.com/de/catalog/88458>) bei AlfaAesar, abgerufen am 7. Februar 2010 (JavaScript erforderlich)..
4. Eintrag zu *Galliumarsenid* ([http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id\\$t=default.htm\\$vid=gestisdeu:sdbdeu\\$cid=109337](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id$t=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$cid=109337)) in der GESTIS-Stoffdatenbank des IFA, abgerufen am 17. Oktober 2007 (JavaScript erforderlich).
5. Nicht explizit in EU-Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP) gelistet, fällt aber dort mit der angegebenen Kennzeichnung unter den Sammelbegriff „*Arsenverbindungen*“; Eintrag aus der CLP-Verordnung zu *Arsenverbindungen* ([http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id\\$t=default.htm\\$vid=gestisdeu:sdbdeu\\$cid=520009](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id$t=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$cid=520009)) in der GESTIS-Stoffdatenbank des IFA, abgerufen am 8. April 2012 (JavaScript erforderlich).
6. Für Stoffe ist seit dem 1. Dezember 2012, für Gemische seit dem 1. Juni 2015 nur noch die GHS-Gefahrstoffkennzeichnung gültig. Die EU-Gefahrstoffkennzeichnung ist daher nur noch auf Gebinden zulässig, welche vor diesen Daten in Verkehr gebracht wurden.
7. Nicht explizit in EU-Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP) gelistet, fällt aber dort mit der angegebenen Kennzeichnung unter den Sammelbegriff „*Arsenverbindungen*“; Eintrag aus der CLP-Verordnung zu *Arsenverbindungen* ([http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id\\$t=default.htm\\$vid=gestisdeu:sdbdeu\\$cid=520009](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=id$t=default.htm$vid=gestisdeu:sdbdeu$cid=520009)) in der GESTIS-Stoffdatenbank des IFA, abgerufen am 31. März 2009 (JavaScript erforderlich).
8. David R. Lide (Hrsg.): *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 90. Auflage. (Internet-Version: 2010), CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL, *Standard Thermodynamic Properties of Chemical Substances*, S. 5-5.
9. I. Uschmann, T. Kämpfer, F. Zamponi, A. Lübcke, U. Zastrau, R. Loetzsch, S. Höfer, A. Morak, E. Förster: *Investigation of fast processes in condensed matter by time-resolved X-ray diffraction*. In: *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. 96, Nr. 1, 2009, S. 91–98, doi:10.1007/s00339-009-5187-1 (<https://dx.doi.org/10.1007/s00339-009-5187-1>).
10. Fi e berthermometer. Prinzipien und Anwendungen der faseroptischen Temperaturmessung (http://www.optocon.de/support/dokumentationen-publikationen/?no_cache=1&cid=293&did=418&sechash=a14c7ac6) (PDF; 214 kB)

Normdaten (Sachbegriff): GND: 4019155-2 | LCCN: sh95005279

Von „<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Galliumarsenid&oldid=147637021>“

Kategorien: Giftiger Stoff | Umweltgefährlicher Stoff | Galliumverbindung | Arsenid | Verbindungshalbleiter

- Diese Seite wurde zuletzt am 2. November 2015 um 17:33 Uhr geändert.
- Abrufstatistik

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.