Verschiedenes = Divers = Notizie varie

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **63 (1985)**

Heft 5

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Verschiedenes – Divers – Notizie varie

Galliumarsenidforschung: ein Überblick

Galliumarsenid (GaAs) ist ein vielversprechendes Material für elektronische Hochfrequenzschaltungen sowie für Infrarot-Halbleiterlaser, die in der Glasfaserübertragungstechnik und in Verbindung mit der optischen Speicherplatte eingesetzt werden. In verschiedenen Laboratorien werden Untersuchungen an diesem Material durchgeführt. Hier soll ein kurzer Überblick gegeben werden.

Hohe Geschwindigkeit

GaAs ist in bezug auf Hochgeschwindigkeitsschaltungen ein ernsthafter Konkurrent für Silicium, weil Elektronen sich in GaAs schneller bewegen als in Si (die Elektronenbeweglichkeit ist bei niedrigen elektrischen Feldstärken in GaAs fünfmal so hoch wie in Si). Ausserdem ist GaAs wegen seiner elektrischen Eigenschaften für eine grosse Zahl von Schaltungen geeignet:

- Es ist möglich, halb isolierendes GaAs herzustellen. Dies ist ein interessantes Substratmaterial, das dielektrische Isolation gewährleistet (spezifischer Widerstand höher als 10^8 Ω/cm).
- GaAs ist ein «direkter» Halbleiter (Bandabstand bei Raumtemperaturen 1,43 eV, entsprechend einer Wellenlänge von 0,88 μm). Es sind also effiziente optische Übergänge und kohärente induzierte Emission möglich, d. h. der Lasereffekt tritt auf.
- GaAs ist ein III-V-Halbleitermaterial und kann mit anderen III-V-Verbindungen kombiniert werden. Dadurch ist ein breiter Bereich von Bandabständen und von entsprechenden optischen Eigenschaften erreichbar. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass man Gallium im Kristallgitter durch Aluminium ersetzen kann. Da GaAs und AlAs die gleichen Gitterparameter aufweisen, wird die Kristallstruktur nicht beeinflusst. Daher können nacheinander Schichten von GaAs und (Ga/Al)As übereinandergebracht werden. Diese Möglichkeit wird in Transmissionsphotokathoden sowie in Leuchtdioden (LED), in Doppelheterostrukturlasern (DHL) und in «Quantum-well»-Heterostrukturlasern ausgenutzt. Laseremission ist theoretisch im Bereich 0,65 μm bis 0,87 μm möglich.

Technologie

In der Forschung entwickelt *Philips* Aktivitäten im Bereich der gesamten III-V-Halbleiter-Technologie, wie Methoden für das Züchten von Galliumarsenid- und Indiumphosphid-Einkristallen, verschiedene Techniken zum Aufbringen dünner Schichten, z. B. Gasphasen-, Flüssigphasen- und Molekularstrahlepitaxie, Ioneninplantationstechniken sowie Hilfen für den Entwurf und die Charakterisierung von Schaltungen.

Ein grosses Forschungsteam der französischen *Laboratoires d'Electronique et de Physique Appliquée* (LEP) versucht, die grundlegenden Phänomene zu verstehen, wie die niedrigen Niveaus, welche die halbisolierenden Eigenschaften bestimmen, die elektrischen Eigenschaften der Isolator/Galliumarsenid-Grenzflächen, Parasitäreffekte in Feldeffekttransistoren usw. Kürzlich hat man dort gezeigt, dass mit isoelektronischer Dotierung das Züchten von fehlstellenfreien Galliumarsenid-Einkristallen mit einem Durchmesser von 50 nm und den gewünschten elektrischen Eigenschaften für die genannten Anwendungen (n-Typ, p-Typ oder halbisolierend) möglich ist. Während gut bekannt ist, dass Fehlstellen sich in optoelektronischen Schaltungen schädlich auswirken, weiss man wenig über deren Effekt in Majoritätsträgerschaltungen (Transistoren und integrierte Schaltungen). Wahrscheinlich erhöht die Abwesenheit von Fehlstellen die Homogenität von auf dem gleichen Chip hergestellten Transistoren und verbessert damit das Leistungsverhalten der integrierten Schaltungen, die diese Transistoren verwenden. Dieses Thema ist Gegenstand der Forschung.

Laser

In den niederländischen Forschungslaboratorien wird Flüssigphasenepitaxie (LPE) für die Herstellung verschiedener Laserarten verwendet. Hierzu lässt man aus einer Lösung von Arsen in flüssigem Gallium Mehrschichtstrukturen aufwachsen. Für das Compact-Disc-System werden Leselaser mit einer Wellenlänge von 780 nm...900 nm verwendet, während die Glasfaserübertragungstechnik GaAsP-Laser mit einer Wellenlänge von 1300 nm...1550 nm erfordert.

Überstrukturen

Ein Ergebnis der LEP-Untersuchungen der Wachstumsmechanismen bei der Dampfphasenepitaxie ist die Herstellung von GaAs-(GaAl-)As-Übergittern (Strukturen mit sehr abrupten Übergängen) aus organometallischem Ausgangsmaterial. Die Breite der «quantenmechanischen Potentialtöpfe» («quantum wells») kann auf 2,5 nm verringert werden, wobei gleichzeitig eine Grenzschicht von weniger als 0,5 nm beibehalten wird. Eine solche Struktur ist für die Herstellung von Feldeffekttransistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit («High-electron-mobility»-Feldeffekttransistoren, HEMT) und «Quantum-well»-Lasern unbedingt erforderlich.

Optimierung

Die Erforschung von GaAs-Feldeffekttransistoren (FET) in den erwähnten französischen Laboratorien hat zu einer Familie von rauscharmen FET (Rauschen kleiner als 1,2 dB bei 12 GHz, hergestellt mit konventionellen lithographischen Techniken) und Leistungs-FET (4,5 W bei 12 GHz) geführt. Es gibt eine Tendenz zu höheren Frequenzen (grösser als 20 GHz). Solche FET sind in Baugruppen für Hyperfrequenzen eingebaut (ultrastabile Oszillatoren, Mischer, Verstärker), die einen

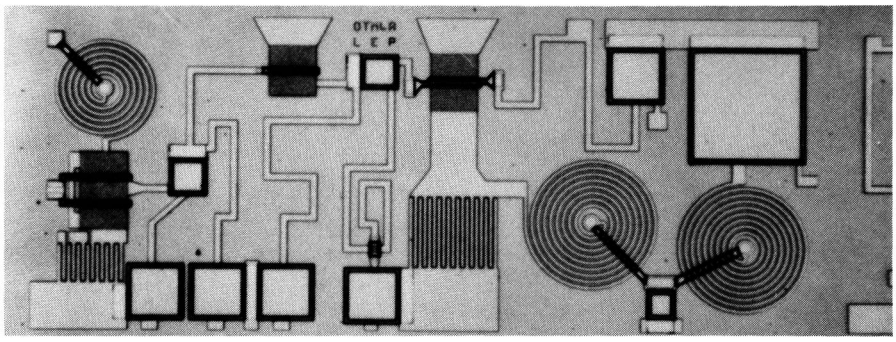

Fig. 1
Beispiel einer Kombination von Mischer und Oszillatorstufe für 12-GHz-Fernsehrundfunk-Satellitensignale, integriert auf Galliumarsenid

breiten Anwendungsbereich haben. Die Programme für die Analyse und Optimierung nichtlinearer Schaltungen, die bei der Gestaltung dieser Schaltungen verwendet werden, sind ebenfalls in den LEP vervollkommnet worden.

Integrierte Schaltungen

Die Forschung an integrierten GaAs-Schaltungen hat sich in zwei Richtungen entwickelt, zu integrierten Digitalschaltungen auf der einen Seite und zu monolithisch analogen Mikrowellenschaltungen auf der anderen. Für integrierte Digitalschaltungen ist DFCL (Direct FET Coupled Logic) gewählt worden, bei der Transistoren mit normaler Stromabschnürung («pinch-off») und einer Gatelänge von 0,9 µm verwendet werden («Normally-off»-Technologie). Dies ist eine sehr einfache Technologie für niedrige Leistung, die den Weg zur Fertigung sehr schneller GaAs-LSI-Schaltungen öffnen könnte. Verschiedene Schaltungen sind bereits demonstriert worden, z. B.

- dynamische Frequenzteiler (durch 2), die bei einer Leistungsaufnahme unter 0,25 mW bis zu 1,9 GHz arbeiten
- programmierbare Frequenzteiler (durch 5 und 6) bis zu 1,5 GHz mit einer Leistungsaufnahme von 2 mW
- arithmetisch-logische Einheiten (ALU) für 4-Bit-Wörter mit einer Ausführungszeit von 3,5 ns bei einer Leistungsaufnahme von 15 mW. Schliesslich sind statische Schreib/Lese-Speicher (SRAM) mit einer Zugriffzeit von etwa einer Nanosekunde verwirklicht worden.

Satellitenfernsehen

Die Forschung an monolithischen integrierten Analogschaltungen auf GaAs-Basis befasst sich hauptsächlich mit Schaltungen für den Empfang von Satellitenrundfunk im 12-GHz-Bereich. Ein erster Schritt war hier die Entwicklung einzelner IC für jede notwendige Funktion, z. B. ein 12-GHz-Verstärker, eine Spiegelempfangsunterdrückung, eine 10,8-GHz-Oszillatorstufe, ein Mischer und ein Zwischenfrequenzverstärker (0,95 GHz... 1,75 GHz) mit interdigitalen Kondensatoren, MIM-(Metall-Isolator-Metall-)Kondensatoren und spiralförmigen Spulen.

In der zweiten Stufe wurden zwei Funktionen auf dem gleichen Chip integriert *(Fig. 1)*. Das Ziel, alle Funktionen eines 12-GHz-Fernsehempfängers auf einem einzigen GaAs-Chip zu integrieren, ist erreicht worden. Der Chip misst 2,5 mm × 2,5 mm, die Mischverstärkung beträgt 25 ± 3 dB (12-GHz-Eingang – UHF Ausgang) mit einer Gesamtrauschzahl von 4,5 dB.

(Philips-Forschungs-Pressedienst)