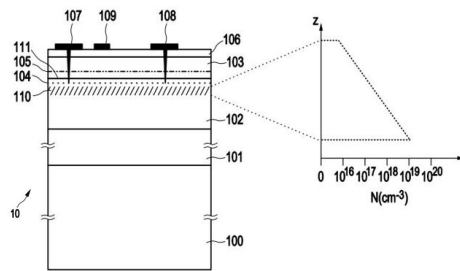


# Strahlungsresistenter Feldeffekttransistor

## Hintergrund

Feldeffekttransistoren werden beispielsweise für Verstärker- und Regelanwendungen eingesetzt, hierbei steuert eine Gatespannung die Leitfähigkeit zwischen einem Sourcekontakt und einem Drainkontakt. Obwohl die prinzipielle Funktion dieser Bauelemente auch unter extremen Bedingungen, wie z.B. hohen Temperaturen, lange erhalten bleibt, ändern sich bei hohen Dosen ionisierender Strahlung die Kenndaten von Transistoren. So kann beispielsweise ein Strom absinken, d.h. ein Kanalwiderstand kann sich erhöhen. Des Weiteren kann sich eine Einsatzspannung ändern, bei welcher die am Gate angelegte Spannung, je nach Ausführung des Bauelements, den Kanal öffnet oder schließt. Durch diese Änderungen kann ein Schaltkreis nach langer Bestrahlung, seine eigentliche Funktion verlieren und es müssen Vorkehrungen zur Anpassung der Steuerspannung des Gates an die veränderten Bauelementeigenschaften getroffen werden. Wesentlich für diese Änderungen ist bei Feldeffekttransistoren der Eintrag von Defekten im Bereich unterhalb des Kanals. Bei solchen Störstellen werden Ladungsträger aus der Umgebung einfangen, wodurch die Ladungsträgerdichte abnimmt und sich die Einsatzspannung verschiebt.



- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 10 Feldeffekttransistor          | 109 Gatekontakt                   |
| 100 Substrat                     | 110 Ladungsträgerreservoirschicht |
| 101 Pufferschicht                | 111 Grenzfläche                   |
| 102 untere Halbleiterschicht     |                                   |
| 103 obere Halbleiterschicht      |                                   |
| 104 Ladungsträgerkanal           |                                   |
| 105 zusätzliche dotierte Schicht |                                   |
| 106 Deckschicht                  |                                   |
| 107 Sourcekontakt                |                                   |
| 108 Drainkontakt                 |                                   |

### Vorteile

- Langlebigkeit
- resistenter gegen ionisierende Strahlen

### Anwendungsbereich

- Halbleiterindustrie
- Spezialanwendungen:
  - Elektronik für Katastropheneinsätze (z.B. Reaktorkatastrophen)
  - Satellitentechnik

### Stichworte

- Reservoirschicht
- Strahlungsresistenz

### Entwicklungsstand & Schutzrechte

- DE 10 2020 108 777A1 offengelegt

### Angebot

- Lizenzierung

## Lösung

Der wesentliche Bestandteil der hier vorliegenden Erfindung ist es, diesen Strahlenschutz für Feldeffekttransistoren durch verschiedenste aufgezeigte Möglichkeiten, wesentlich zu verbessern. Um die Neuheit zu verdeutlichen, ist in der Abbildung der Feldeffekttransistoren mit seinen entsprechenden Schichten und Anschlüssen dargestellt. Die entscheidende Neuheit ist in der unteren Halbleiterschicht zu finden. Hier wurde eine zusätzliche Ladungsträgerreservoirschicht 110 eingetragen. Diese ist in der Abbildung schraffiert eingezeichnet. Hierzu wurden zusätzliche Dotanden eingebracht, welche diese Schicht ausbilden und deren Dichte mit zunehmendem Abstand von der Grenzfläche 111 zunimmt, wie dies in der obenstehenden Graphik verdeutlicht wird. Wie gezeigt, steigt die Dotierung von  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$  am oberen Rand bis zu etwas über  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  am unteren Rand an. Wird der Feldeffekttransistor nun ionisierender Strahlung ausgesetzt, was beispielsweise beim Einsatz im Weltraum vorkommt, so entstehen typischerweise in der unteren Halbleiterschicht 102 und in der Pufferschicht 101 Störstellen, welche Elektronen-senken bilden. Aufgrund des Vorhandenseins der Ladungsträgerreservoirschicht werden die zum Füllen der Störstellen mit Ladungsträgern benötigten Ladungsträger primär aus dieser Schicht entnommen, was zu einer wesentlich geringeren oder auch nicht mehr wahrnehmbaren Veränderung der Transistorcharakteristika führt. Wäre die Reservoirschicht nicht vorhanden, so würden die zum Füllen dieser Störstellen benötigten Ladungsträger aus dem Ladungsträgerkanal 104 abgezogen werden und würden nicht mehr für die Leitung von elektrischem Strom zwischen dem Sourcekontakt und dem Drainkontakt zur Verfügung stehen. Dies würde zu einer signifikanten Änderung der Transistorcharakteristika führen. Der Ladungsträgerkanal bleibt trotz des Entstehens von Störstellen aufgrund ionisierender Strahlung im Wesentlichen identisch, so dass insgesamt die Resistenz des Feldeffekttransistors gegen ionisierende Strahlung deutlich erhöht wird.

### Kontakt:

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
 Universitätsplatz 2  
 39106 Magdeburg

Christoph Mendel

0391 67-57380

christoph.mendel@ovgu.de

Unser Zeichen: 201940VER