

Leuchtende Nanostrukturen

Elektrolumineszierende Nano-Strukturen durch Ionenimplantation in Silizium-Substrat

Mit Hilfe eines fokussierten Ionenstrahls werden in einem vordotierten Silizium-Substrat laterale npn- oder pnp-Übergänge erzeugt. Im Durchbruchmodus tritt ein punktförmiges oder linienförmiges Leuchten aus Strukturen von deutlich unter $1\ \mu\text{m}$ Größe auf. Eine neuartige Technologie mit fokussierten Ionenstrahlen erlaubt es, komplexe Muster in Silizium zu implantieren ohne das Substrat maskieren zu müssen.

Die lichtemittierende Diode ist monolithisch auf einem Silizium-Substrat realisiert und erlaubt damit die Integration optoelektronischer Komponenten in konventionelle Silizium-Technologie. In Verbindung mit einem hier entwickelten Ionenprojektionsverfahren sind sowohl Prototyping als auch Kleinserienfertigung möglich.

Ein Strahl aus ionisierten Atomen wird fokussiert in einem beliebigen Muster über die Substratoberfläche geführt („scanning“). Die Ionen werden dabei implantiert und dotieren das Substrat. Mit Hilfe der Projektionstechnologie lassen sich sogar komplexe Strukturen mittels einer teildurchlässigen Maske im Strahlengang „in einem Schritt“ verkleinert implantieren.

Das Prinzipbild (Fig. 1) zeigt exemplarisch eine Silizium-Struktur und den Herstellungsvorgang für einen lateralen npn-Übergang. Zwischen den Kontaktbereichen einer vom Substrat elektrisch isolierten n-dotierten Silizium-Mesa wird durch fokussierte Implantation ein p-dotiertes Gebiet erzeugt.

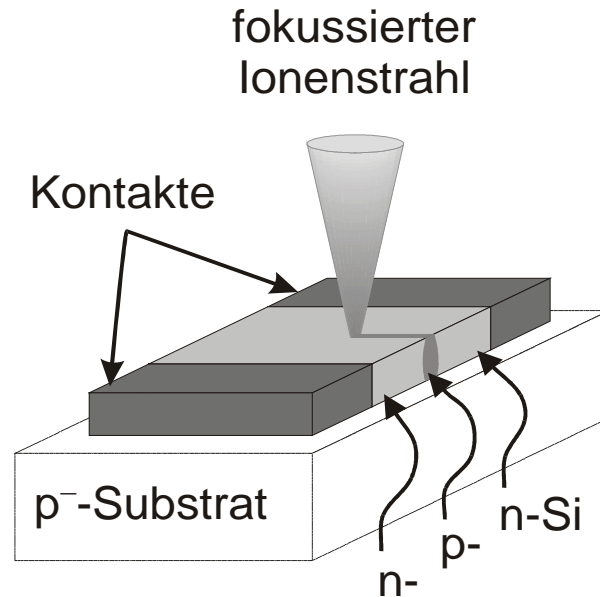


Fig. 1: Prinzip des Herstellungsverfahrens

Wird an diese npn-Struktur eine elektrische Spannung angelegt, so daß ein Durchbruchstrom fließt, wird aus der Verarmungszone im Randbereich des sperrenden Übergangs Licht emittiert. Da das Leuchten nur im Randbereich des fokussiert implantierten Gebietes auftritt, ist der tatsächliche Durchmesser des fokussierten Ionenstrahls kein limitierender Faktor.

Das Mikroskopbild (Fig. 2) zeigt die Elektrolumineszenz aus einer nach diesem Prinzip hergestellten Struktur. Die n-dotierte Silizium-Mesa S ist vertikal linienförmig p-dotiert. Beim Anlegen einer Spannung zwischen den Kontakten K_1 und K_2 , tritt Licht aus der Verarmungszone des sperrenden Übergangs. Beim Anlegen einer Wechselfspannung sperren die pn-Übergänge abwechselnd. Beide Verarmungszone der $3\ \mu\text{m}$ breiten p-dotierten Implantationslinie werden sichtbar.

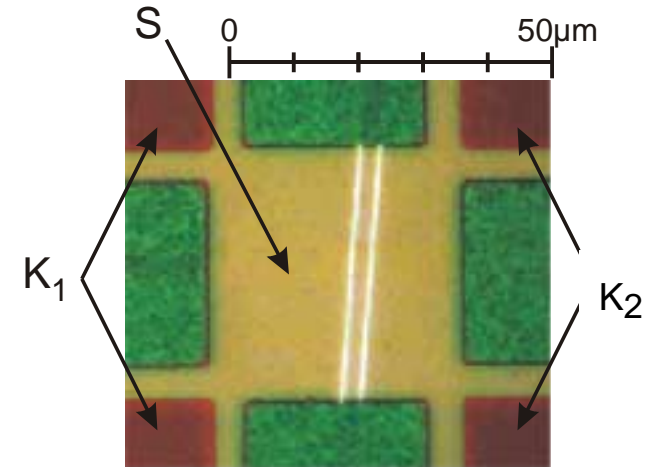


Fig. 2: Mikroskopaufnahme einer leuchtenden Si-Struktur

Das Emissionsspektrum (Fig. 3) überdeckt den gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich und zeigt keine scharfen Linien. Es existieren jedoch drei Maxima, deren relative Höhe sich mit der Implantationsdosis und der angelegten Spannung ändert. Das Diagramm zeigt ein typisches Spektrum, in dem die relative Intensität jedoch nicht bezüglich der spektralen Detektornachweisempfindlichkeit korrigiert ist

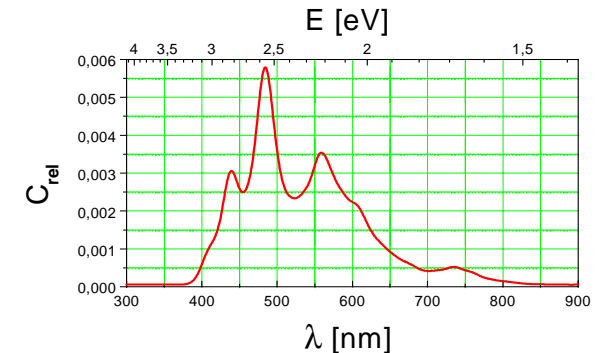


Fig. 3: Spektrum einer leuchtenden Struktur