

1 Oxidation

1.1 Die LOCOS-Technik

1.1.1 Höchstintegration auf Chips

In der Halbleitertechnik werden Strukturen mittels Belichtungs- und Ätzverfahren erzeugt. Dabei entstehen Stufen, an denen sich Fotolack ansammeln kann und so das Auflösungsvermögen in der Fototechnik verringert wird. Bei einer isotropen Ätzcharakteristik (der Abtrag erfolgt sowohl in vertikaler als auch horizontaler Richtung) müssen Lackmasken angepasst werden, damit unterätzte Strukturen am Ende des Ätzprozesses die richtigen Abmessungen besitzen.

An diesen Stufen treten auch Probleme bei der Metallisierung auf, da die Leiterbahnen hier verengt werden, so dass Schäden durch Elektromigration die Folge sind.

Um eine hohe Packungsdichte zu erreichen, also möglichst viele Bauelemente auf möglichst geringer Fläche unterzubringen, müssen die Stufen und Unebenheiten vermieden werden. Dies ist beispielsweise mit der LOCOS-Technik realisierbar: LOCAL Oxidation of Silicon (Lokale Oxidation von Silicium).

1.1.2 Der Vogelschnabel

Bei der LOCOS-Technik nutzt man die unterschiedlichen Oxidationsgeschwindigkeiten von Silicium und Siliciumnitrid zur lokalen Maskierung der Scheibenoberfläche aus.

Mit einer Siliciumnitridschicht maskiert man die Stellen an denen kein Oxid aufwachsen soll, es bildet sich nur eine Oxidschicht auf den Nitrid freien Bereichen. Da Silicium und Siliciumnitrid unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten besitzen wird eine

dünne Schicht Oxid, das Padoxid, zwischen Nitridmaske und Substrat aufgebracht um Spannungen durch Temperaturänderungen zu vermeiden.

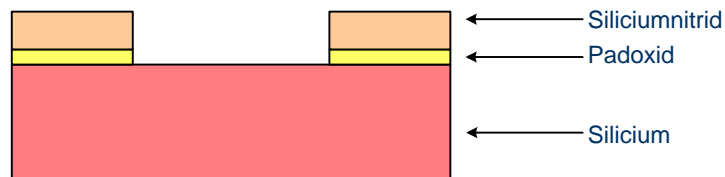


Abb. 1.1: Schichtaufbau vor dem LOCOS-Prozess

Zur seitlichen Isolation von Transistoren bringt man nun ein Feldoxid (FOX) auf der freien Siliciumoberfläche auf. Während sich bei der Feldoxidation auf dem Silicium eine Siliciumdioxidschicht bildet, verursacht das Padoxid eine seitliche Sauerstoffdiffusion unter die Nitridmaske und somit ein leichtes Oxidwachstum am Rand der Maskierung. Der Oxidaufläufer hat die Form eines Vogelschnabels, dessen Länge vom Oxidationsprozess, sowie von der Dicke des Nitrids und des Padoxids abhängt.

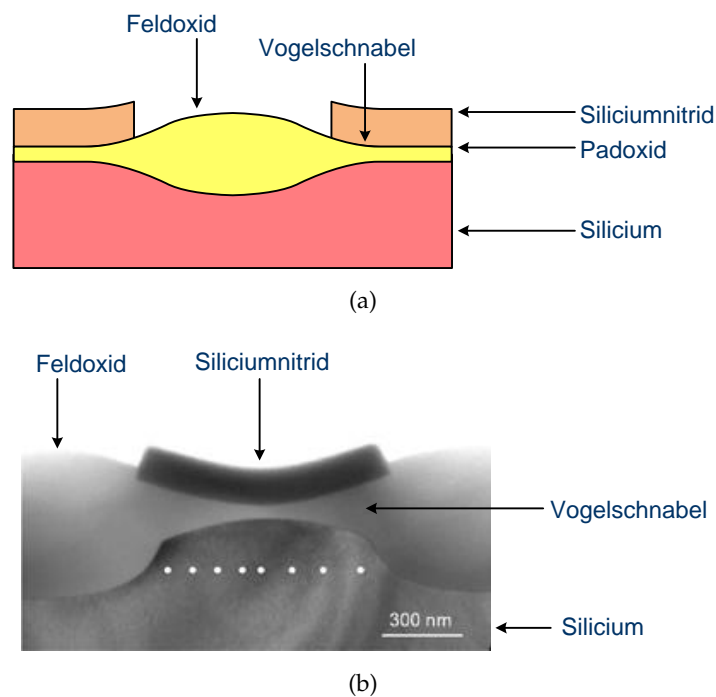


Abb. 1.2: LOCOS-Struktur nach der Oxidation

Neben diesem Effekt, der bis zu $1\mu\text{m}$ der Fläche für Bauelemente einnehmen kann, tritt bei einer feuchten Oxidation außerdem der so genannte White-Ribbon- oder Kooi-Effekt auf. Dabei reagiert Nitrid aus der Maskierschicht mit Wasserstoff zu Ammonii-

ak NH_3 , der zur Siliciumoberfläche diffundiert und dort zu einer Nitridation führt. Vor der Gateoxidation muss dieses Nitrid entfernt werden, da es sonst als Maskierung wirkt.

Trotz dieser negativen Effekte ist die LOCOS-Technik ein geeignetes Verfahren um die hohe Packungsdichte zu ermöglichen. Durch Ätzen einer Oxidschicht wären so geringe Abmessungen für die Integration von Transistoren und anderen Bauteilen nicht erreichbar. Des Weiteren ist wegen der geringeren Unebenheit, ohne die Kanten- und Stufenbildung, die Auflösung in der Fototechnik verbessert. Das FOX lässt sich noch etwas zurückätzen, dadurch wird zwar das aufgewachsene Oxid leicht reduziert, die Länge des Vogelschnabels nimmt jedoch ab und die Oberfläche wird wiederum etwas mehr eingeebnet. Dies wird als fully recessed LOCOS bezeichnet.

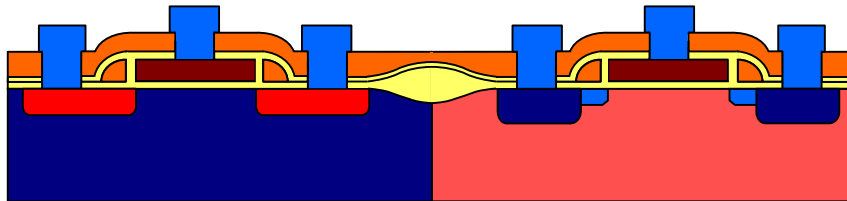


Abb. 1.3: Anwendungsbeispiel der LOCOS-Technik zur seitlichen Isolation zweier Transistoren

1.1.3 Alternative Prozesse

In modernen Prozessen werden anstelle der lokalen Oxidation Gräben in das Substrat geätzt und mit Oxid aufgefüllt, um so benachbarte Bauteile voneinander zu isolieren. Dies beansprucht wesentlich weniger Fläche, erfordert jedoch mehr Prozessschritte als das LOCOS-Verfahren. Diese Grabenisolation (engl. shallow trench isolation, STI) wird hauptsächlich bei der Integration von Transistoren angewandt und ist einer der ersten Prozesse in der Halbleiterfertigung. Daneben gibt es auch eine tiefe Grabenisolation (engl. deep trench isolation) welche in der Analogtechnik eingesetzt wird.

In der 45-nm-Technologie sind die Gräben bei einem STI-Prozess ca. 100 nm (SOI) bzw. 300nm (Bulk) tief.