



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 266 888 A1

4(51) H 01 L 21/87

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP H 01 L / 308 950 6	(22)	12.11.87	(44)	12.04.89
(71)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD				
(72)	Banisch, Rolf, Dr. Dipl.-Phys., Tillack, Bernd, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Malze, Wilfried, Dipl.-Chem.; Krönert, Peter, Dr. Dipl.-Phys., Richter, Harald, Dipl. Phys., DD				
(54)	Verfahren zur Oberflächenglättung dicker SOI-Schichten				

(55) Oberflächenglättung, dicke SOI-Schichten, dielektrische Isolation, elektronische Bauelemente, Planparallelität, Rauhtiefen, Aufwuchsprozeß, Quellensubstanz, Schichtoberfläche, Abscheidung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenglättung dicker SOI-Schichten, die der Herstellung von dielektrisch isolierten elektronischen Bauelementen dienen. Das Verfahren zur Oberflächenglättung dient der Schaffung einer reproduzierbaren Planparallelität der rekristallisierten Halbleitermaterialschiicht, dabei wird die Glättung der Rauhtiefen der Oberfläche durch Ausfüllen dieser Rauhtiefen erreicht. Ermöglicht wird dies dadurch, daß die Schicht einem einkristallinen Aufwuchsprozeß ausgesetzt wird, und derartige Prozeßparameter ausgewählt werden, die eine Anlagerung der Quellensubstanzatome vorrangig am Boden der Senken der Rauhtiefen ermöglichen.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Oberflächenglättung $>1\text{ }\mu\text{m}$ dicker einkristalliner SOI-Schichten, die sich durch Abscheidung und Rekristallisation einer Schicht aus polykristallinem Material auf einer auf einem Halbleitermaterial aufgetragenen Isolierschicht ausbilden, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Erzeugung der einkristallinen Schicht durch Rekristallisation, diese einen Ätzprozeß mit HCl-Gas und anschließend einem einkristallinen Aufwuchsprozeß einer Schichtquellensubstanz bei einer Temperatur von 900°C – 1260°C und einem Aufwuchsratebereich von $0,1$ – $1,5\text{ }\mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, für die Dauer der Anlagerung der Quellensubstanzatome in den Rauhtiefen der einkristallinen Schicht ausgesetzt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtquellensubstanz eine Konzentration von $0,01$ – $1\text{ Mol-}\%$ aufweisend, in ein Wasserstoffgas eingegeben wird.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenglättung dicker SOI-Schichten, die der Erstellung dielektrisch isolierten Halbleiteranordnungen und damit der Herstellung von Halbleiterbauelementen mit besonderen Eigenschaften, wie beispielsweise Strahlungsfestigkeit dienen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Erzeugung dicker einkristalliner Siliciumschichten auf einem mit einem Isolator versehenen Halbleitersubstrat mittels eines durch einen Energieeintrag initiierten Rekristallisationsprozesses, bedingt das Auftreten einer relativ großen Oberflächenrauigkeit der einkristallin ausgebildeten SOI-Siliciumschicht, deren Ursache bereits in der Abscheidung dicker polykristalliner Siliciumschichten begründet ist, da deren Oberflächenrauigkeit über den Rekristallisationsprozeß erhalten bleibt. Diese Oberflächenrauigkeit wirkt sich negativ auf die nachfolgenden Prozeßschritte der Herstellung von mikroelektronischen Bauelementen in diesen Schichten aus, deren Ergebnis an die Ebenheit dieser Flächen gebunden ist, wie beispielsweise Lithografie und Metallisierung. Des weiteren bewirkt eine derartige Oberflächenrauigkeit Veränderungen in den Funktionsparametern der Bauelementstrukturen, da dabei Oberflächendurchbrüche der Bauelemente zu erwarten sind. Zur Beseitigung der diese negativen Auswirkungen aufweisenden Oberflächenrauigkeit der rekristallisierten Siliciumschicht sind dabei eine Reihe von Verfahren bekannt geworden. Danach wird die Oberflächenrauigkeit durch abrasiven Abtrag der abgeschiedenen polykristallinen und anschließend rekristallisierten Siliciumschicht vermindert. Nachteilig an diesem Verfahren ist der aufwendige Polierprozeß mit dem eine Homogenität der SOI-Schichtdicke, sowohl über den einzelnen Wafer, als auch über größere Substratscheibenchargen nur sehr schwer zu garantieren ist, da in diesem Prozeß außer den an den Scheiben auftretenden Planparallelitätsfehlern auch mechanisch induzierte Störungen in der Schichtoberfläche auftreten, die die Erzeugung hochintegrierter elektronischer Bauelemente stark behindern. Beim mechanischen Polierprozeß wird das pich-valley Verhältnis weiter zu Ungunsten verschoben und eine nur ungenügende Glättung der Schichtoberfläche bezüglich der Herstellung von hochintegrierten Bauelementstrukturen erreicht. Auch sind Verfahren zur Herstellung der rekristallinen SOI-Schicht bekannt, die nach Abscheidung und Rekristallisation einer dünnen SOI-Schicht von etwa $0,5\text{ }\mu\text{m}$ die notwendige Endschichtdicke für die Herstellung von Halbleiterbauelementen mittels eines Epitaxieprozesses erreichen. Die so hergestellte Schicht zeichnet sich dabei durch eine relativ gut geglättete Oberfläche aus. Nachteilig dabei ist die Entstehung von linearen Strukturen in der Epitaxieschicht, welche durch die für dünne rekristallisierte SOI-Schichten typischen Defekte bedingt sind, und die Ausbildung eines Versetzungsnetzwerkes auch in der Epitaxieschicht nach sich ziehen. Das Auftreten dieser und weiterer auch makroskopischen Schichtbaufehler (spikes) schränkt die Einsatzmöglichkeiten derartig hergestellter SOI-Schichten stark ein, da die Schichtbaufehler (spikes) selbst in geringer Anzahl einige Waferprobleme beispielsweise in der Fotolithografie nach sich ziehen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Oberflächenglättung dicker SOI-Schichten zu schaffen, das eine reproduzierbare Planparallelität der rekristallisierten Halbleitermaterialschicht und eine im wesentlichen defektfreie Glättung der Schichtoberfläche der rekristallisierten Schicht gewährleistet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt dabei die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Oberflächenglättung dicker SOI-Schichten zu schaffen, daß eine Glättung der Oberfläche der rekristallisierten Halbleitermaterialschicht durch ein Ausfüllen der Rauhtiefen dieser Oberfläche ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Oberflächenglättung $>1\text{ }\mu\text{m}$ dicker einkristalliner SOI-Schichten, die sich durch Abscheidung und Rekristallisation einer Schicht aus polykristallinem Material auf einer auf einem Halbleitermaterial aufgetragenen Isolierschicht ausbilden, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß nach der Erzeugung der einkristallinen Schicht durch Rekristallisation, diese einem Ätzprozeß mit HCl-Gas und anschließend einem einkristallinen Aufwuchsprozeß einer Schichtquellensubstanz bei einer Temperatur von 900°C – 1260°C und einem Aufwuchsratebereich von

$0,1-1,5 \mu\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, für die Dauer der Anlagerung der Quellensubstanzatome in den Rauhtiefen der einkristallinen Schicht ausgesetzt v.ird. Die Schichtquellensubstanz kann dabei in einer Konzentration von 0,01–1 Mol-% in einem Wasserstoffträgergas enthalten sein.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Auf einem oxidierten Siliciumwafer wird zunächst eine $8 \mu\text{m}$ dicke SOI-Schicht durch einen Rekristallisationsprozeß erzeugt. Die durch die Abscheidung der polykristallinen Ausgangsschicht bedingte Rauhtiefe von etwa 300 nm hat sich durch das für den Rekristallisationsprozeß erforderliche Deckschichtsystem konserviert. Nach der Entfernung des Deckschichtsystems und dem Überätzen der einkristallinen SOI-Schicht im Epitaxiereaktor durch Einleitung von HCl-Gas in diesen, wird vorzugsweise die rekristallisierte Schicht auf dem Siliciumwafer geätzt. Die Ätzeit beträgt dabei etwa 5–20 s. Der Epitaxiereaktor wird danach je Minute von etwa 200 l H_2 als Trägergas durchströmt, welches 0,05 Mol-% der Schichtquellensubstanz SiCl_4 enthält. Für die Abscheidung der Quellensubstanzatome an den Kanten und Stufen der Oberflächenrauhtiefe wird eine Temperatur im Epitaxiereaktor von 1160°C eingestellt. Die Erzeugung der einkristallinen Abscheidung des Materials in den Rauhtiefen wird dabei durch die Prozeßbedingungen dahingehend beeinflusst, daß die Siliciumatome ein beschleunigtes laterales Wachstum am Boden der Senken, der Rauhtiefen, aufweisen.