



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 235 010 A3

4(51) H 01 L 21/306

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP H 01 L / 251 090 6

(22) 20.05.83

(45) 23.04.86

(71) siehe (72)

(72) Bertz, Andreas, Dipl.-Ing., 9044 Karl-Marx-Stadt, Lützowstraße 24; Blum, Sabine, Dipl.-Ing., DD

(54) Plasmachemisches Ätzverfahren für Doppelschichten

(57) Das plasmachemische Ätzverfahren für Doppelschichten ist anwendbar in der Halbleitertechnik, vorwiegend in den VLSI-Technologien. Ziel und Aufgabe der Erfindung bestehen darin, ein technologisch einfaches und qualitativ hochwertiges Verfahren zum plasmachemischen Ätzen von Doppelschichten zu entwickeln, das eine hohe Abbildungsgenauigkeit und Selektivität aufweist. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem unter Anwendung eines bekannten Gasgemisches aus  $\text{CF}_4$  und  $\text{Cl}_2$  während des Ätzprozesses die Zusammensetzung des Gasgemisches von 5 bis 40%  $\text{CF}_4$  und 95 bis 60%  $\text{Cl}_2$  für das Schwermetallsilizid auf 30 bis 80%  $\text{CF}_4$  und 70 bis 20%  $\text{Cl}_2$  für Poly-Si geändert wird.

### **Erfindungsanspruch:**

1. Plasmachemisches Ätzverfahren für Doppelschichten aus Schwermetallsiliziden und Poly-Si unter Anwendung eines Gasgemisches aus  $\text{CF}_4$  und  $\text{Cl}_2$ , **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Ätzprozesses die Zusammensetzung des Gasgemisches von 5 bis 40 %  $\text{CF}_4$  und 95 bis 60 %  $\text{Cl}_2$  für das Schwermetallsilizid auf 30 bis 80 %  $\text{CF}_4$  und 70 bis 20 %  $\text{Cl}_2$  für Poly-Si geändert wird.

### **Anwendungsbereich der Erfindung**

Die Erfindung bezieht sich auf ein plasmachemisches Ätzverfahren zum Ätzen von auf isolierenden Substraten befindlichen Doppelschichten, wobei die Hauptanwendungsgebiete in der Halbleitertechnik, vorwiegend in den VLSI-Technologien, liegen.

### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Beim plasmachemischen Ätzen müssen unbedingt qualitative und ökonomische Gesichtspunkte, die das Ätzergebnis charakterisieren und den Einsatz des Verfahrens in der Mikroelektronik mitbestimmen, Beachtung finden. Probleme, wie Strukturübertragungsgenauigkeit, Ätzprofilbildung, Ätzselektivität, elektrische Schädigung des Substrates, aber auch die Wirtschaftlichkeit des Ätzverfahrens stehen bei den neuen VLSI-Technologien im Vordergrund.

Da immer kleinere Strukturen und geringere Schichtdicken zum Einsatz kommen, muß durch das Ätzverfahren abgesichert werden, daß bei der Übertragung der Maskengeometrien in die zu ätzende Schicht keine Abweichungen von den Maskenmaßen auftreten und das beim Ätzen freiwerdende Substrat nicht bzw. minimal angegriffen wird.

Geringe Kantenverschiebungen in Verbindung mit hoher Selektivität zu den darunter liegenden Materialien sind beim Ätzen von Doppelschichten besonders schwer zu erreichen, da die beiden Schichten in der Regel zu sehr differenziertes Ätzverhalten zeigen. Bei einer Prozeßführung mit geringen Ionenenergien können zwar hohe Selektivitäten erreicht werden, jedoch ein starker seitlicher Abtrag der schneller ätzenden Schicht ist im allgemeinen unvermeidbar. White et. al. (Journ. Electrochem. Soc., Vol. 129, No. 6, 1330–1335) stellten in diesem Zusammenhang ein  $\text{CF}_4/\text{O}_2$ -Ätzverfahren vor, wobei durch ein günstiges  $\text{CF}_4/\text{O}_2$ -Verhältnis der Ätzprozeß so gestaltet wurde, daß sich die Ätzraten angleichen. Nachteilig bleibt aber das isotrope Ätzverhalten der Doppelschicht, welches selbst und ebenso der durch den  $\text{O}_2$ -Anteil hervorgerufene verstärkte Lackabtrag zu unerwünschten Kantenverschiebungen führen.

Gute Abbildungsgenauigkeiten werden dagegen durch Ätzverfahren mit hohem Ionenanteil (RIE) erreicht, wie sie von Whitcomb et. al. (Solid State Technology, Vol. 25, No 4, 121–125) vorgestellt wurden.  $\text{MoSi}_2$ /Poly-Si-Doppelschichten werden dabei mittels RIE-Verfahren so strukturiert, daß erst  $\text{MoSi}_2$  mit  $\text{CF}_4/\text{C}_2\text{F}_6$  und dann Poly-Si mit  $\text{CCL}_2\text{F}_2/\text{C}_2\text{F}_6$  geätzt wird. Ungünstig sind dabei jedoch die beim RIE auftretenden Strahlenschäden sowie die Tatsache, daß der Prozeß unterbrochen werden muß und durch einen zusätzlichen Ätzschritt (Ionenstrahlätzen oder Sputterätzen in Argon) die zwischen dem  $\text{MoSi}_2$  und dem Poly-Si vorhandene Zwischenschicht entfernt werden muß.

Somit liegt bei den zitierten Arbeiten der gemeinsame Nachteil vor, daß sie die für die Mikroelektronikverfahren wesentlichsten Voraussetzungen, Wirtschaftlichkeit und Qualität, nicht in sich vereinen, sondern die Bevorzugung eines Kriteriums auf Kosten des anderen geht.

### **Ziel der Erfindung**

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein technologisch einfaches und qualitativ hochwertiges Verfahren zum plasmachemischen Ätzen von Doppelschichten zu entwickeln.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Doppelschichten aus Schwermetallsiliziden und Poly-Silizium plasmachemisch mit hoher Abbildungsgenauigkeit und Selektivität zu ätzen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem bei Anwendung eines an sich bekannten Gasgemisches aus  $\text{CF}_4$  und  $\text{Cl}_2$  ein 2-Phasenätzprozeß benutzt wird, der dem differenzierten Ätzverhalten der aus zwei unterschiedlichen Materialien zusammengesetzten Doppelschichten Rechnung trägt. Das Gasgemisch wird zur Erzeugung von Ätzespezies in eine Plasmaätzanlage eingeleitet und ist während des Ätzens in seiner Zusammensetzung veränderbar. Mit diesem veränderbaren Gasgemisch werden die Doppelschichten, bestehend aus einem Schwermetallsilizid und Poly-Si, die sich auf in der Halbleitertechnik üblichen isolierenden Substraten befinden und bekannterweise partiell maskiert sind, in der Plasmaätzanlage geätzt. Der 2-Phasen-Ätzprozeß läuft so ab, daß während der ersten Phase das Schwermetallsilizid durch das Gasgemisch mit einer Zusammensetzung von 5 bis 40 %  $\text{CF}_4$  und 95 bis 60 %  $\text{Cl}_2$  und während der zweiten Phase das darunter befindliche Poly-Si mit einer Zusammensetzung von 30 bis 80 %  $\text{CF}_4$  und 70 bis 20 %  $\text{Cl}_2$  strukturiert wird. Beim Ätzen des Schwermetallsilizides während der ersten Phase wird durch die günstige Gaszusammensetzung eine hohe Abbildungsgenauigkeit erreicht. In der darauffolgenden zweiten Phase werden die lateralen Abmessungen der Schwermetallsilizidstrukturen nicht verändert, das Poly-Si jedoch durch an sich bekannte Rekombinationsmechanismen mit hoher Maßübertragungsgenauigkeit selektiv zum unterliegenden isolierenden Substrat geätzt und so die gewünschten maßhaltigen Doppelschichtstrukturen erzeugt.

Die exakte jeweilige Gaszusammensetzung hängt ab von den vorliegenden Gegebenheiten des entsprechenden Ätzproblems: Schichtdicken, Dotierung, geforderte Selektivität zur jeweils darunter befindlichen Schicht usw.

### **Ausführungsbeispiel**

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Es wird von einer Doppelschicht, bestehend aus einer 200 nm dicken Poly-Si-Schicht und einer 300 nm dicken  $\text{MoSi}_2$ -Schicht, ausgegangen, die sich auf einem Si-Substrat mit einer darauf abgeschiedenen  $\text{SiO}_2$ -Schicht befindet. Die Doppelschicht ist mit einer Fotolackmaske partiell bedeckt.

Diese Schichtfolge wird in einem Planarreaktor bei einer Frequenz von 27,12 MHz, einem Druck von ca. 8 Pa und üblichen Leistungen einem  $\text{CF}_4/\text{Cl}_2$ -Plasma ausgesetzt. Der Ätzprozeß läuft so ab, daß zunächst das  $\text{MoSi}_2$  an den nicht mit Fotolack bedeckten Stellen mit dem  $\text{CF}_4/\text{Cl}_2$ -Plasma in einer Zusammensetzung von 10 %  $\text{CF}_4$  und 90 %  $\text{Cl}_2$  abgetragen wird. Nach Beendigung dieses Ätzvorganges wird die Zusammensetzung zu 70 %  $\text{CF}_4$  und 30 %  $\text{Cl}_2$  verändert und damit das unter dem  $\text{MoSi}_2$  freigewordene Poly-Si bis zur  $\text{SiO}_2$ -Schicht durchgeätzt. Bei diesem Ätzprozeß werden Ätzraten von 72 nm/min für  $\text{MoSi}_2$ , 120 nm/min für Poly-Si und eine Selektivität zum  $\text{SiO}_2$  von 10 erreicht.