

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTCHRIFT

(19) **DD** (11) **253 120 A1**

4(51) H 01 L 21/66
G 01 N 27/42

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 L / 294 801 7

(22) 30.09.86

(44) 06.01.88

(71) VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), PF 379, Frankfurt (Oder), 1200, DD

(72) Krüger, Dietmar, Dr. rer. nat.; Riepel, Georg, Dipl.-Phys.; Dietrich, Jörg, Dipl.-Krist., DD

(54) **Verfahren zur Prüfung von Halbleitersiliziumscheiben**

(55) Materialprüfung, zerstörungsfreie Prüfung, Halbleitersilizium, Siliziumscheibe, Substratdefekte, Oxydlöcher, Deckschichtdefekte, Polierstörungen, dynamischer Meßprozeß, Elektrolyse

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die zerstörungsfreie Prüfung von Halbleitersiliziumscheiben vom p-Typ, die wohlweise mit Epitaxie- und/oder Deck- und Isolierschichten bedeckt sind. Die Siliziumscheiben werden kathodisch in einem Elektrolyten sowohl spannungs- als auch lichtstärkemäßig impulsförmig belastet. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, die Defekte im Siliziummaterial und/oder in Deck- und Isolationsschichten sowohl im Start- als auch im teilprozessierten Zustand der Siliziumscheibe mit hoher Selektivität und Empfindlichkeit zu erkennen.

ISSN 0433-6461

3 Seiten

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **253 120 A1**

4(51) H 01 L 21/66
G 01 N 27/42

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 L / 294 801 7

(22) 30.09.86

(44) 06.01.88

(71) VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), PF 379, Frankfurt (Oder), 1200, DD

(72) Krüger, Dietmar, Dr. rer. nat.; Riepel, Georg, Dipl.-Phys.; Dietrich, Jörg, Dipl.-Krist., DD

(54) Verfahren zur Prüfung von Halbleitersiliziumscheiben

(55) Materialprüfung, zerstörungsfreie Prüfung, Halbleitersilizium, Siliziumscheibe, Substratdefekte, Oxydlöcher, Deckschichtdefekte, Polierstörungen, dynamischer Meßprozeß, Elektrolyse

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die zerstörungsfreie Prüfung von Halbleitersiliziumscheiben vom p-Typ, die wohlweise mit Epitaxie- und/oder Deck- und Isolierschichten bedeckt sind. Die Siliziumscheiben werden kathodisch in einem Elektrolyten sowohl spannungs- als auch lichtstärkemäßig impulsförmig belastet. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, die Defekte im Siliziummaterial und/oder in Deck- und Isolationsschichten sowohl im Start- als auch im teilprozessierten Zustand der Siliziumscheibe mit hoher Selektivität und Empfindlichkeit zu erkennen.

ISSN 0433-6461

3 Seiten

Zur PS Nr. 253120
ist eine Zweitschrift erschienen.
(Patent (beschränkt) aufrechterhalten nach § 12 Abs. 3 ErstrG)

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Prüfung von Halbleitersiliziumscheiben, insbesondere vom p-Typ, gegebenenfalls mit Epitaxieschichten vom n-Typ und/oder p-Typ und/oder halbleitertypischen Deck-, Passivierungs- und/oder Isolationsschichten, wobei als Elektrolyt 1–2%ige H_2SO_4 , HF oder $CH_3 COOH$ in unterschiedlichen Konzentrationen verwendet werden und die zu untersuchende Probe als Kathode geschaltet ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Beleuchtungsstärke und/oder die angelegte Spannung impulsförmig geändert wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß Spannungsimpulse mit einer Flankensteilheit im μsec -Bereich, einer Impulsbreite von etwa 10 ms, Impulsfolgefrequenzen im Bereich von 5... 10 Impulsen/s mit einem Amplitudenwert von $10V \leq \hat{U} \leq 80V$ verwendet und die Beleuchtungsstärke im Bereich 400 lx bis 800 lx mit einer Frequenz $f = 2... 10\text{ Hz}$ variiert sind.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das während der Elektrolyse gebildete Wasserstoffvolumen, in einer Glocke oberhalb der Meßprobe gemessen, als integrales Maß der Defektdichten genutzt wird.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Siliziumscheiben vom p-Typ, wie sie insbesondere zur Produktion von integrierten Halbleiterbauelementen Anwendung finden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt sind eine Reihe zerstörender Prüfverfahren zur Indikation von Polierfehlern, von prozeßinduzierten kristallografischen Defekten und von Schwachstellen in Deck- und Passivierungsschichten, den sogenannten pin-holes. Diese Methoden basieren auf ätztechnisch/lichtmikroskopischer bzw. elektronenmikroskopischer Basis und führen in jedem Fall zur Notwendigkeit des Verwerfens der untersuchten Proben.

Gemäß EP 489 ist ein zerstörungsfreies Verfahren zur Prüfung von p-Typ-Germanium- oder Siliziumproben bekannt, die eine Epitaxieschicht vom n- oder p-Typ aufweisen können. Die Proben werden kathodisch in einem angegebenen Elektrolyten bei einer konstanten Beleuchtungsstärke von 600 lx bis 800 lx und einer konstanten Zellenspannung im Bereich von 50 V bis 65 V behandelt. Der Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß es sowohl bezüglich der Nachweisempfindlichkeit als auch lateralen Auflösungsvermögens im Falle der pin-holes fast völlig versagt und keine reproduzierbaren Ergebnisse erhalten werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Steigerung der Selektivität und Reproduzierbarkeit des zerstörungsfreien Prüfverfahrens bei gleichzeitiger Erhöhung des Einsatzumfanges.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein zerstörungsfreies Verfahren zur Prüfung von Halbleitersiliziumscheiben sowohl im Start- als auch im teilprozessierten Zustand anzugeben, wobei eine ausreichende Empfindlichkeit und laterales Auflösungsvermögen, insbesondere zur Erkennung von Defekten im Si-Material und/oder in Deck- und Isolationsschichten erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß Siliziumscheiben vom p-Typ und/oder Substrate mit einer p- und/oder n-Typ-Epitaxieschicht kathodisch in einem Elektrolyten mit zeitlich variierten Spannungen und Beleuchtungsstärken behandelt werden. Spannung und Beleuchtungsstärke werden vorzugsweise impulsförmig gewählt. Durch Wahl der Impulsfolgefrequenz, bevorzugt im Bereich von 5... 10 Impulsen/sec, der Impulsbreiten, bevorzugt um 10 ms bei Impulsen mit einer Flankensteilheit im μsec -Bereich und Wahl der Amplituden im Intervall 10 V — U 80 V, unter Umständen auch zeitlich variiert, ist die Basis für die meßtechnische Erfassung insbesondere auch der pin-holes-Dichten gegeben. Die Beleuchtungsstärke ist zweckmäßig mit einer Frequenz $f = 2... 10\text{ Hz}$ im Bereich von 400 lx bis 800 lx zeitlich zu variieren. Um ein integrales Maß der Defektdichte, z. B. mechanische Fehler der Siliziumscheibe, Kristalldefekte, und/oder Fehler in Deck- und Isolationsschichten mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens zu erhalten, wird das während der Elektrolyse gebildete Wasserstoffvolumen in einer Glocke oberhalb der Probe gemessen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Eine (100)-orientierte p-Typ-Substratscheibe mit einem spezifischen Widerstand $= 15 \Omega \text{ cm}$, die eine Epitaxieschicht vom n-Typ enthält, soll nach Oxydation bezüglich Existenz und Dichte von pin-holes geprüft werden.

Die Probe wird zum Zwecke der Reinigung zuerst anodisch, für die pin-hole-Lokalisierung anschließend kathodisch geschaltet. Der Gegenpol besteht aus Platin; als Elektrolyt wird 2%ige H_2SO_4 gewählt. Die Zellenspannung und die Beleuchtungsstärke werden synchron mit einer Frequenz von 6 Hz zeitlich variiert. Bevorzugte Parameter sind: Beleuchtungsstärke 600 lx, $\bar{U} = 60 \text{ V}$, Impulsbreite 15 ms, Flankensteilheit $8 \mu\text{sec}$. Nach 30 sec ist ein stabiles, den pin-holes zuzuordnendes Defektmuster sichtbar, das zweckmäßig zur Dekoration und Auswertung fotografisch zu fixieren ist.

Eine integrale Methode zur pin-hole Dichtebestimmung ist durch die Menge des nach anodischer Probenpolung freiwerdenden Wasserstoffs gegeben. Zu diesem Zweck befindet sich oberhalb der Meßprobe eine z. B. aus Quarzglas gefertigte Glocke, die in eine gut kalibrierte Kapillare mit einem Innendurchmesser von z. B. 1 mm mündet. Zum Zwecke der Entlüftung ist die Kapillare im oberen Teil mit einem Hahn versehen, so daß der Elektrolyt den gesamten Raum der Glocke und der Kapillare bis zum Hahn vor Beginn der Defektentwicklung erfüllt. Der gebildete Wasserstoff verdrängt bei geschlossenem Hahn den Elektrolyten aus der Kapillare, so daß eine einfache Meßmöglichkeit des gebildeten Wasserstoffvolumens gegeben ist.
