

Ersatz von Seltenerdelementen in der Halbleiterfertigung

Chemisch Mechanisches Polieren (CMP) von Stop on Nitride (SON) Prozessen ohne Ceroxidabrasiva

M. Klotzsche, S. Shetti, S. Bott, C. Guhl

1 Motivation

- Chemisch Mechanisches Polieren (CMP) ist der Prozess mit dem zweithöchsten CO₂e Fußabdruck in der Halbleiterfertigung
- Abrasivpartikel im CMP sind üblicherweise Siliziumoxid (Silica) oder Ceroxid (Ceria)
 - Ceria als Seltenerdelement hat einen wesentlich höheren CO₂e Fußabdruck
 - Ceria steht im Verdacht krebserregend zu sein
 - Globale Versorgung von Ceria als Seltenerdelement ist kritisch [1]
- Polierschritte die selektiv auf einer Siliziumnitridschicht stoppen (SON) werden bei fortschrittlichen Technologien oftmals mit Ceria Slurries umgesetzt
- Prozessergebnisse im CMP-Prozess sind abhängig von Strukturierung der Chips
- Insbesondere die Produktion vielfältiger Chips ist mit Silica basierten SON-Polierschritten momentan nicht möglich
- Diversifizierung der Mikroelektronik verlangt nach vielfältigen Chips

2 Stand der Technik

- CMP für Stop on Nitride (SON) Strukturen muss Siliziumoxid über Siliziumnitrid definiert entfernen
- Hohe Liniendichten sorgen für lange Polierzeit bis Aktivoxid entfernt ist
 - Niedrige Dichten neben hohen Dichten werden länger als nötig poliert
 - stop on nitride (SON) muss sehr gut funktionieren
- Weiter Dichtebereich = hohe Eingangstopographie = hohe SON-Anforderung
- Variation des Prozessergebnisses über Strukturichten [2]
 - Ceria Slurry für weiten Dichtebereich im Zielfenster
 - Silica Slurry nur bei sehr schmalen Dichtebereich im Zielfenster

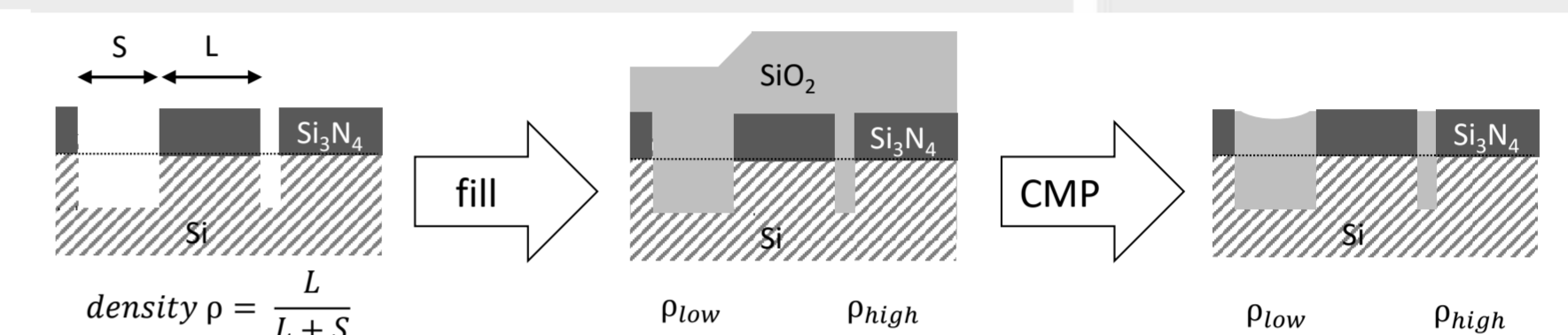


Abb. 1: SON-Prozessfluss

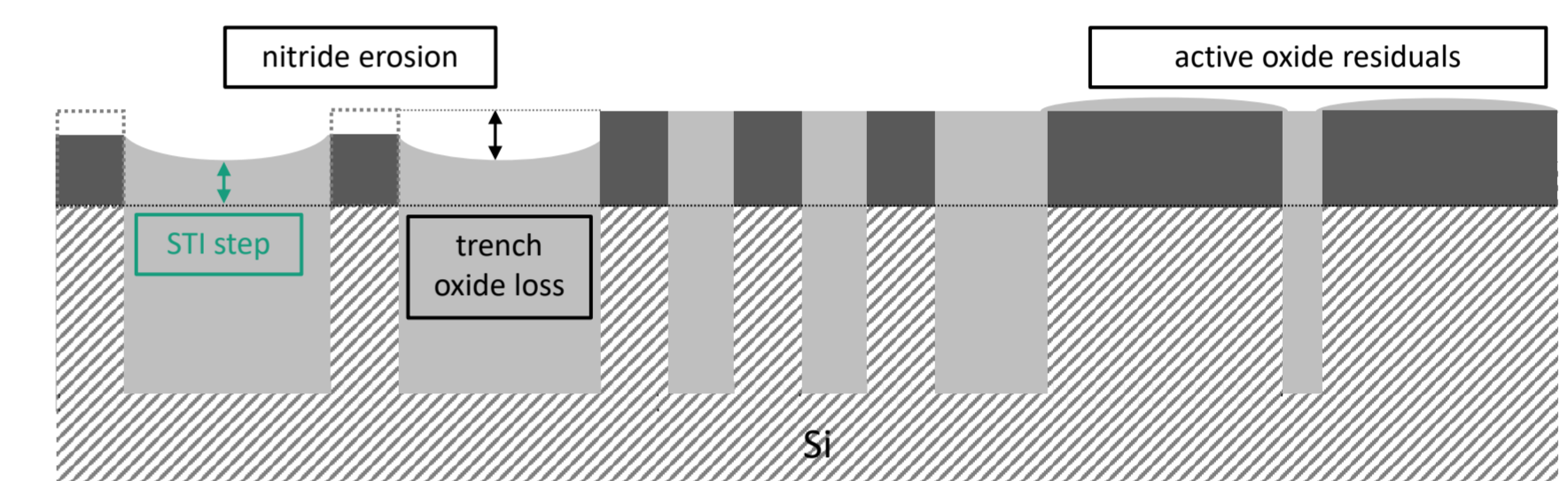


Abb. 2: Strukturabhängiges CMP-Prozessergebnis beim SON CMP

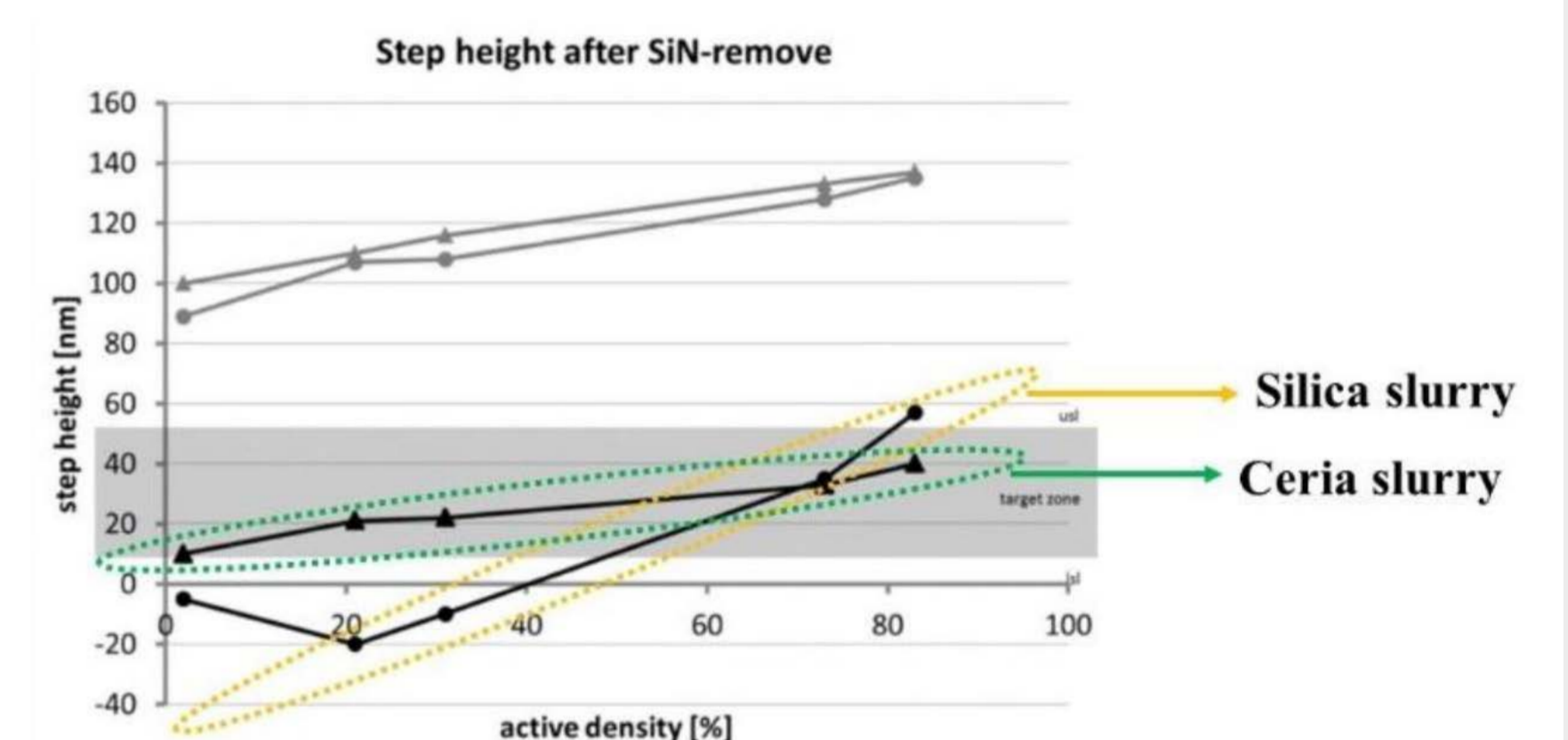


Abb. 3: Ceria Slurry zeigt deutlich geringere Strukturabhängigkeit als Silica Slurry [2]

3 Ceroxidfreies STI CMP

- Polieren in zwei Schritten: vorpolieren und finales polieren
 - Vorpolieren: Einebnen der Strukturen, reduzieren des Unterschieds zwischen hohen und niedrigen Dichten
 - Finales polieren: SON-Polieren mit selektiver, umweltverträglicher Silicaslurry
- Optimierung des Vorpolierens Topographie (=Dichteabhängigkeit) reduzieren und somit SON-Anforderungen senken
- Drei Optionen für besseres Vorpolieren
 - Mehr Oxid für längeres polieren
 - Geringerer Polierdruck
 - Aufteilen der Polierzeit in 30s Intervalle → reduzierte Topographie (WIDNU) = reduzierte Dichteabhängigkeit
- Geringere Dichteabhängigkeit und Topographie bleibt nach SON/finalem polieren bestehen (WIDNU korreliert)

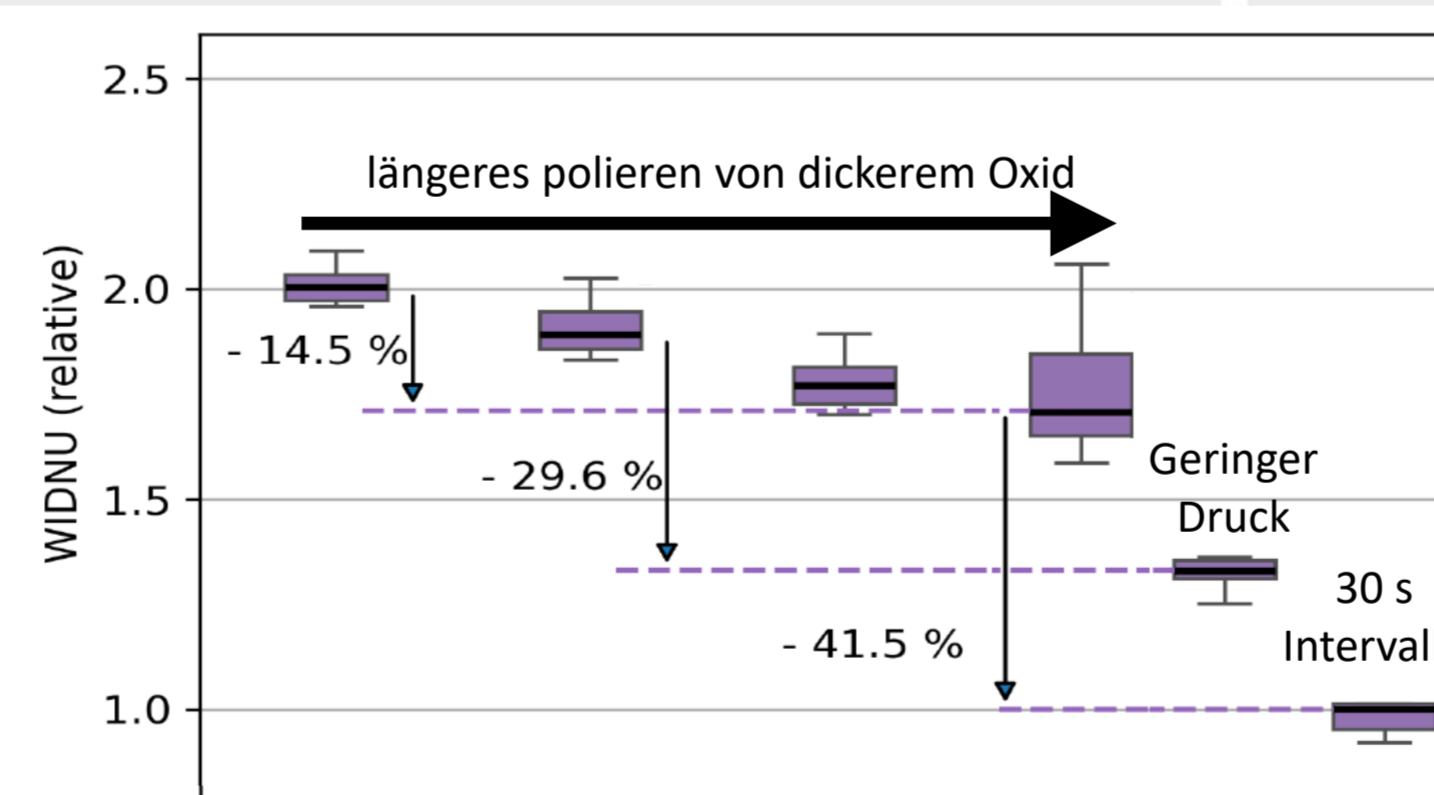


Abb. 4: Verbesserte Topographie (=Dichteabhängigkeit) durch angepasstes Vorpolieren

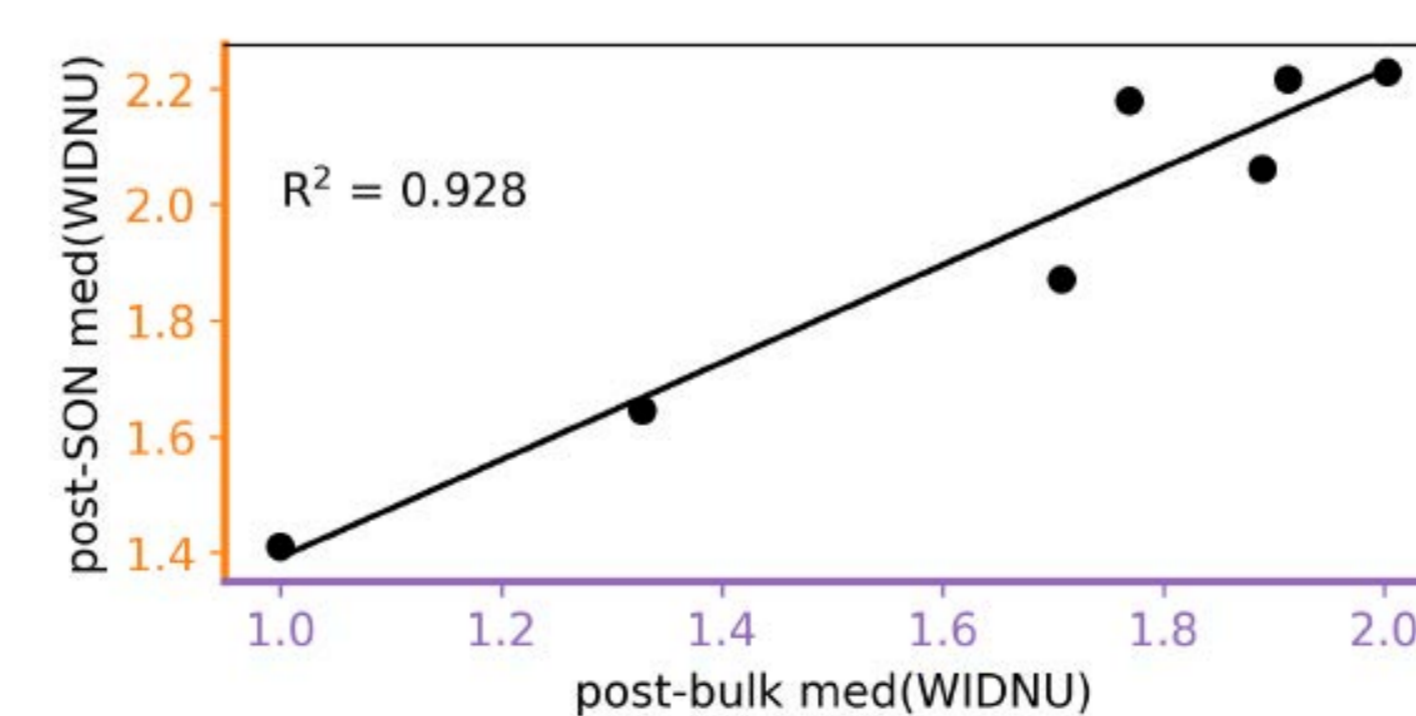


Abb. 5: Korrelation der Dichteabhängigkeit nach Vorpolieren und finalem polieren

5 Fazit: Prozess

- Finales Polierergebnis kann durch angepassten Vorpolierprozess wesentlich verbessert werden
- Beschränkungen durch Silica Abrasiva (stärkere Dichteabhängigkeit) können durch angepasstes Vorpolieren angegangen werden
- Verschiedene Möglichkeiten des Vorpolierens bieten Varianz in Prozessanpassung je nach geforderten Produkten

6 Fazit: Umwelt

- STI CMP für diverse Chips fortschrittlicher Technologien ohne seltene Erden ist möglich
- CO₂e Fußabdruck des zentralen Verbrauchsmittels CMP Slurry kann gesenkt werden

