

Nasschemisches Verfahren zur Abscheidung von Diffusionsbarrieren für Kupfer in VIAs mit hohem Aspektverhältnis

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktoringenieur (Dr. -Ing.)

vorgelegt der Fakultät für Elektrotechnik und
Informationstechnik der Technischen Universität Ilmenau

von Dipl. Chem. Marco Sandjaja

geboren am 9. April 1985 in Jakarta, Indonesien

Gutachter:

- 1.) Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. Andreas Bund, TU Ilmenau
- 2.) Prof. Dr. rer. nat. Peter Schaaf, TU Ilmenau
- 3.) Prof. Dr. -Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang, TU Berlin

Berlin 2015

Inhaltsverzeichnis

Akronyme	1
Kapitel 1: Einleitung	
1. 1. Zielstellung	4
1. 2. Aufbau der Arbeit	6
Kapitel 2: Stand von Wissenschaft und Technik	
2. 1. Vorbehandlung und Silanisierung	7
2. 2. Aktivierung	10
2. 3. Barrierschichten	12
2. 4. Außenstromlose Abscheidung	14
2. 5. Das Konzept der VIA-Metallisierung	16
2. 6. Statistische Versuchsplanung	19
Kapitel 3: Allgemeine Übersicht zur experimentellen Durchführung	
3. 1. Schnelltest zur Beurteilung der abgeschiedenen Silan-Schichten	20
3. 2. Charakterisierung von Abscheidungsprozessen	21
Kapitel 4: Ergebnisse und Diskussion	
4. 1. Reinigung und Hydrophilierung der Oberfläche	24
4. 2. Silanisierung	
4. 2. 1. Auswahl der Silane	31
4. 2. 2. Einfluss der Reaktionsbedingung auf die Schichtqualität	36
4. 2. 3. Zugänglichkeit der Aminosilane auf der Oberfläche	42
4. 2. 4. Einfluss von Additiven und Aufrauung der Oberfläche auf die Belegungsdichte von APTES	49
4. 2. 5. Kinetik der Abscheidung von Monoschichten durch SAM	51
4. 3. Aktivierung	
4. 3. 1. Auswahl von Katalysatorkeimen	57
4. 3. 2. Wechselwirkung zwischen den Pd-Komplexen und der APTES/SiO ₂ -Oberfläche	60
4. 3. 3. Kinetik der Adsorption von Pd-Komplexen	62
4. 3. 4. Reduktion von Pd-Komplexen	65
4. 4. Abscheidung von CoP-basierten Legierungen	
4. 4. 1. Entwicklung eines CoReP-Elektrolyten	69
4. 4. 2. Einfluss der Größe und Verteilung der Pd(0)-Keime auf die CoReP-Topographie	75
4. 4. 3. Die Morphologie von CoWP- und CoReP-Schichten	76

4. 4. 4. Test der CoReP-Schicht als Diffusionsbarriere	77
4. 5. Zusammenhang zwischen den einzelnen Verfahrensschritten bei der VIA-Metallisierung	
4. 5. 1. Die Fluoreszenz-Methode zur Charakterisierung der Tiefe der Silanisierung in VIAs	81
4. 5. 2. Die aktiven Pd-Keime im VIA	82
4. 5. 3. Die stromlose CoReP-Abscheidung in VIAs	84
Kapitel 5: Zusammenfassung und Ausblick	90
Abbildungsverzeichnis	92
Tabellenverzeichnis	96
Anhang	
a.) Chemikalienverzeichnis	97
b.) Gerätenverzeichnis	102
c.) Messwerte	103
Erklärung	106
Literaturverzeichnis	107