

Lösungen zu Kapitel 9:

Aufgabe 9.1: Strahlungssensoren

- Secondary Standard; Genauigkeit $\pm 2 \%$
- 1) Pyranometer mit Schattenball
2) Pyranometer mit Schattenring
- Nein, dafür ist ein Pyranometer zu träge. Stattdessen werden Solarzellen oder Photodioden eingesetzt.

Aufgabe 9.2: Peakleistungsmessung vor Ort

Siehe Bild 9.8

Aufgabe 9.3: Thermographie-Messtechnik

- Hell-Thermographie: Detektion minderwertiger Zellen, Verschaltungsfehler
Dunkel-Thermographie: Kontrolle von Übergangswiderständen, Detektion von inaktiven Zellen oder Zellbereichen
- $$P = \sigma \cdot \varepsilon_{\text{Wahr}} \cdot T_{\text{Wahr}}^4 = \sigma \cdot \varepsilon_{\text{Gerät}} \cdot T_{\text{Gerät}}^4 \Rightarrow \varepsilon_{\text{Wahr}} \cdot T_{\text{Wahr}}^4 = \varepsilon_{\text{Gerät}} \cdot T_{\text{Gerät}}^4$$
$$\Rightarrow T_{\text{Wahr}} = T_{\text{Gerät}}^4 \cdot \sqrt[4]{\frac{\varepsilon_{\text{Gerät}}}{\varepsilon_{\text{Wahr}}}} = 314,74 \text{ K} \Rightarrow \vartheta_{\text{Wahr}} = \underline{41,6 \text{ °C}}$$

Aufgabe 9.4: Elektrolumineszenz-Messtechnik

- Silizium strahlt knapp oberhalb seiner Bandlückenwellenlänge von 1.107 nm. Da CCD-Sensoren ebenfalls aus Silizium bestehen, liegt dieses Licht gerade an der Absorptionsgrenze und ist dementsprechend nur schwach zu detektieren. Hinzu kommt, dass in vielen CCD-Kameras ein Filter gegen IR-Strahlung verbaut wird.
- Mikrorisse, Siebdruckfehler, lokale Kurzschlüsse
- Vorteile:
Höhere Auflösung, genauere Analyse des Defekts, Aufnahme unter schrägem Winkel gut möglich
Nachteile:
Nicht bei vollen Tageslicht nutzbar, Module müssen bestromt werden

Aufgabe 9.5: PID-Effekt

- Lokale Kurzschlüsse (PID-Shunting) des pn-Übergangs durch Eindringen von Natriumionen in bis in die Zell-Basis
- Anlegen einer Spannung von -1000 V an die Modulanschlusskabel gegenüber dem Rahmen mitsamt der dem Glas aufliegenden Alufolie über 7 Tage. Messen der Modulleistung zu Beginn und am Ende dieses Zeitraums
- Hohe EL-Helligkeit auf der positiven Seite des Strings, die zum negativen Ende hin immer geringer wird (diese Polarität gilt für p-Typ-Zellen). Die betroffenen Module haben meist ein EL-Bild mit unterschiedlich hellen Zellen.