

Schichtdickenmessung mittels Mikrowellen auf CFK – Anwendungen

Jochen KUNZ¹

¹ MICRO-EPSILON Messtechnik GmbH & Co. KG, Ortenburg

Kontakt E-Mail: jochen.kunz@micro-epsilon.de

Königbacher Straße 15

D-94496 Ortenburg

Kurzfassung

Das Lackdickenmessgerät FSC wurde im Frühjahr 2017 in die Micro-Epsilon Gruppe integriert. Die Weiterentwicklung und Fertigung erfolgt im Micro-Epsilon Unternehmensverbund. Das FSC Messgerät dient zur zerstörungs- und verschleißfreien Messung der Dicke von Lack und anderen elektrisch isolierenden Schichten. Aus Kosten, Qualitäts- und Sicherheitsgründen müssen Schichtdicken während der Fertigung und auch nach Service/Reparatur überprüft und dokumentiert werden. Schwankungen der Lackdicke haben unter anderem Einfluss auf das Gewicht, die mechanischen Eigenschaften, die Haltbarkeit sowie die UV- und Korrosionsbeständigkeit des Bauteils. Als Trägermaterial sind Substrate aus karbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK), CFK mit metallischem Blitzschutz sowie Metall verwendbar. Die Substrate dürfen isotrop oder anisotrop sein und unterschiedliche elektrische Leitfähigkeit besitzen.

Das tragbare System besteht aus einem Sensor als Handgerät und einem Controller mit integrierter Spannungsversorgung als Bedien- und Anzeigemodul. Das System arbeitet mit Mikrowellen im ISM-Band (Frequenzbereich 24 bis 24,25 GHz). Eine Vorbereitung der Messstelle entfällt. Der Sensor wird von dem Bediener auf die Oberfläche aufgesetzt und die Messung manuell ausgelöst. Es wird kein Koppelmedium benötigt und die Messstelle bleibt in ihren mechanischen und optischen Eigenschaften unverändert. Die aktive Messfläche beträgt ca. 2 cm². Eine Messung mit parametrierbarer dynamischer Verkipfungserkennung dauert ca. 1 Sekunde.

Unterschiedliche elektrische Leitfähigkeit des Untergrunds wird durch Justage des Messsystems mit Folien aus Kunststoff bekannter Dicke auf dem individuellen Kundensubstrat berücksichtigt. Die erzeugten Daten werden neben Zeitstempel mit Freitextnamen versehen. Auswahl und Verwaltung dieser substratabhängigen Parameter erfolgt im Controller und sind wiederverwendbar.

Der Messbereich beträgt je nach Geräteausführung 0...500 µm oder 0...1.000 µm. Die Mindestschichtdicke ist gleich der angezeigten Auflösung von 1 µm. Die Dickenwerte werden direkt auf einem integrierten Touchdisplay angezeigt und protokolliert. Im Falle von mehrschichtigem Lack wird die Gesamtdicke gemessen.

Neben den einzelnen Messwerten werden auch Statistiksätze, unter anderem mit Standardabweichung und Mittelwert, protokolliert. Über einen USB-Anschluss können die Messdaten komfortabel zur Weiterverarbeitung exportiert werden.

Das System wurde weltweit von Flugzeugherstellern, deren Zulieferern und Dienstleistern sowie Airlines qualifiziert und wird in Forschung und Entwicklung ebenso eingesetzt wie in Lackierung und Instandhaltung.

Schichtdickenmessung auf CFK Anwendungen



Jochen Kunz

- Deutsches mittelständisches Technologieunternehmen
- Sensoren, Systeme & Lösungen: vom Katalogprodukt bis zur kundenoptimierten Serie
- Kompetenz und Innovation in Technologie, Produkt und Applikation weltweit



Mehr Präzision als Mehrwert für unsere Geschäftspartner



- Micro-Epsilon Produkte ermöglichen Innovation, steigern die Produktivität und sorgen für Qualitätsverbesserung und Ressourceneinsparung
- Fokus auf Fertigungsautomation und Qualitätskontrolle in Maschinenbau, Prozessindustrie, Mobilität und Elektronikproduktion



Micro-Epsilon - 50 Jahre Sensoren & Lösungen



Mobilität:

- Automotive
- Schiffbau
- Schienenfahrzeuge
- Aerospace



Prozessindustrien:

- Metall
- Glas
- Kunststoff
- Papier
- Reifen & Gummi



Maschinenbau:

- Fertigungsmaschinen
- Messtechnik & Prüfsysteme
- Werkzeugmaschinen
- Fördertechnik
- Halbleiter



Weitere Branchen:

- Medizintechnik
- Weiße Ware

FSC - Aufbau Lackschichten



Stärke: ca. 20 μm Resin - 10..50 μm Primer – 50..200 μm Enamel

FSC - Lackierfehler



Warum Lackdicke messen ?

Lack zu dick

- zusätzliches Gewicht
- mechanischer Stress, Abplatzen der Deckschicht
- mangelhafter Blitzschutz (Grenze ca. 400 μm)

Lack zu dünn

- mangelhafte UV-Beständigkeit
- mangelnder Korrosionsschutz

Qualität – Kosten – Sicherheit – Lebensdauer

Verfahren zur Schichtdickenmessung auf CFK



Schliffbild

- zerstörend
- aufwendig

Ultraschall

- benötigt Koppelmedium
- Mindestschichtdicke

Keilschnittverfahren

- zerstörend
- optische / visuelle Messung

FSC - Eigenschaften



- zerstörungsfreie Messung der Gesamtdicke isolierender Schichten
- keine Mindestschichtdicke
- Speichern der Justage- und Messdaten
- Statistikfunktionen mit Datenexport
- Messbereich 0...500 μm und 0...1.000 μm



FSC Paint Thickness Gauge



Export
Messdaten

- Controller mit
- Kalibrierung/
Justage
 - Messdaten



FC



FSC – technische Daten



Modell	FSC1/7	FSC1000
Messbereich	0 ... 500 μm	0 ... 1000 μm
Linearität ¹⁾	$\leq \pm 3 \mu\text{m}$	$\leq \pm 5 \mu\text{m}$ ²⁾
Reproduzierbarkeit	$\leq 2 \mu\text{m}$	$\leq 4 \mu\text{m}$
Dauer einer Einzelmessung	ca. 1 sec	
Auflösung der Anzeige	1 μm oder 0,01 mils	
Aktive Messfläche	ca. \varnothing 20 mm	
Koppelmedium	Nicht erforderlich	
Substrate (Auswahl)	CFK ³⁾ , CFK mit Blitzschutz ³⁾ , Metall	
Bedien- und Anzeigeelemente	3,2" resistives LCD Touchdisplay, Folientastatur	
Dynamische Verkippungserkennung	Aktivierbar und parametrierbar	
Statistikfunktionen	Min., Max., Zähler, Mittelwert und Standardabweichung	
Messprinzip	Zerstörungs- und verschleißfrei mit Mikrowellen	
Versorgungsspannung	NiMh Akku	
Frequenzbereich	24 ... 24,25 GHz (ISM-Band)	
FCC Identifier Rule Parts 15B/15C	2AMBGFSC1-7	auf Anfrage

¹⁾ Justage mit Stützpunkten, Abstand der Stützpunkte max. 150 μm .

²⁾ Ab 500 μm zusätzlich abhängig von der Dielektrizitätszahl, erfahrungsgemäß zunehmend bis zu $\pm 3 \%$.

³⁾ Bei Gewebe mindestens einlagig; bei Gelege mindestens zweilagig mit unterschiedlichen Winkeln

FSC – Justage und Messung



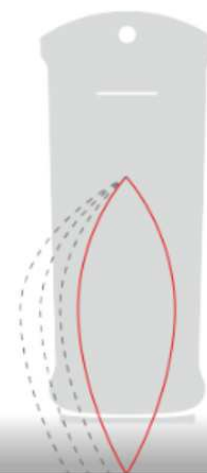
- werksseitige Kalibrierung
- Justage individuell auf Kundenmaterial
- Aufsetzen des Sensors auf Kalibrierfolie
- bei Justage und Messung gleiches Material
- parametrierbare dynamische Verkippungserkennung



FSC Funktionsprinzip

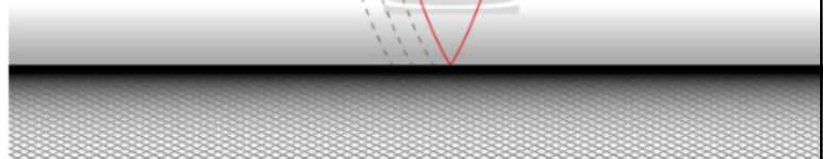


- kreiszylindrischer Hohlraumresonator
- Substrat als Bodenplatte
- Ermitteln der Resonanzfrequenz



Lack

CFK



FSC Messergebnis



Last: Count:
 Mean: SD:
 Min: Max:

		F14					
		A	B	C	D	E	F
1	Start:	2018-11-20T11:48:15					
2	11:48:17	FSC1/7	S/N: 073 connected				
3	12:08:02	New calibration:		CENTERBOX_2018_11_14			
4	Comment:	PRIMER					
5	12:12:14	49 µm					
6	12:12:21	49 µm					
7	12:12:31	56 µm					
8	12:12:37	61 µm					
9	12:12:45	61 µm					
10	Mean:	55.15 µm	SD:	5.297 µm	Count:	5 M	
11	Stop:	2018-11-20T12:15:48					

FSC – Kunden / Referenzen



- Flugzeughersteller und Zulieferer
- Service, Wartung, Paintshop
- Airlines
- KFZ / Automotive - Argrar
- Schienenfahrzeuge
- Bootsbau
- Windkraft



FSC – Kontakt



Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG

Jochen Kunz

Königbacher Straße 15

94496 Ortenburg / Germany

Tel.: +49 8542 168-228 | Fax: +49 8542 168-92221

jochen.kunz@micro-epsilon.de

www.micro-epsilon.de

Micro-Epsilon - 50 Jahre Mehr Präzision

