

**Auf einen Blick**

- Ein neuer Multilayer-Lack-Aufbau verbessert Schirmwirkung im Vergleich zu leitfähigen Cu-Abschirmungen.
- Das neu entwickelte Multilayer-Lacksystem besitzt im Radarbereich bei 26 GHz einen Schirmdämpfungswert von 14 dB.

**Für Radar im Automotive-Bereich**

# Neuartige EMV-Lackkonzepte für die Radarabschirmung

Im Automotive-Bereich kommen heute schon viele Radaranwendungen zum Einsatz. Dabei sind Radarabschirmungen für technische Aufbauten und Gehäuse notwendig. Cu-Monolayer sind hier nicht immer ausreichend, weshalb ein Multilayer-Lacksystem entwickelt wurde.

Typische Beispiele für Radaranwendungen im Automotive-Bereich sind Abstandsradare, Geschwindigkeitsradare und andere Sensoranwendungen im Radarfrequenzbereich. Es werden dafür verschiedene Frequenzen im GHz-Bereich angewendet.

Alle technischen Aufbauten und Gehäuse, welche herkömmliche Cu-Lacke für die Radarabschirmung nutzen, haben einen großen Nachteil. Es kann zwar mit den leitfähigen Monolayer-Lacksystemen eine bestimmte gute Schirmdämpfung erreicht werden, aber nicht kontinuierlich im gesamten genutzten Frequenzbereich. Nach Schwab/Kürner sind in verschiedenen diskreten Bereichen Resonanzfrequenzen der praktischen Geometrien/Gehäuse, auch mit EMV-Leitlacken, vorhanden. Diese starken Einbrüche in den Resonanzfrequenzen nennt man Resonanzkatastrophen. Diese Resonanzkatastrophen sind schädlich, da die Schirmdämpfung an diesen Stellen stark einbricht. Das ist ein praktischer Effekt und kann unter Umständen zu EMV-Problemen führen.

**Theoretische Einleitung der Materialsynthese**

Es ist möglich, mit einem bestimmten Aufbau eines neuartigen Multilayer-Lackaufbaus sehr gute theoretische Ergebnisse für eine Verbesserung der Schirmwir-

kung eines neuen Radarschirmsystems gegenüber den herkömmlichen leitfähigen Cu-Abschirmungen zu erreichen. Mit dem folgenden theoretischen Multilayer-system wird eine neue Radarabschirmung vorgestellt (alle erwähnten Formeln sind in Bild 4 dargestellt).

Formel (1) zeigt die Berechnung der Schirmdämpfung  $S$ .  $T$  ist dabei der Gesamttransmissionskoeffizient und berechnet sich nach Formel (2). Bei  $t_n$  handelt es sich um die Dicke des jeweiligen Layers. Die Größe  $P$  lässt sich nach Formel 3 bestimmen. Bei  $\eta_n$  handelt es sich um die jeweilige innere Impedanz des Layers. Um diese zu bestimmen ist es wichtig zu wissen, um was für eine Art von Layer es sich handelt. Die Formel (4) gilt für einen Absorberlack (links) oder für ein leitfähiges Lackpolymer (rechts). Die Größe  $\sigma_n$  ist die elektrische Leitfähigkeit und  $\mu_n$  steht für die Permeabilität. Schon in Formel (2), als auch in Formel (4) taucht das Symbol  $\gamma_n$  auf. Dieses steht für die Ausbreitungskonstante des jeweiligen Layers und lässt sich nach Formel (5) berechnen. Der letzte noch fehlende Wert ist der Reflexionskoeffizient, der sich nach Formel (6) berechnen lässt. Diese theoretischen Angaben für ein neues Absorberschirmsystem sind ein Zielmodell, dass für den praktischen Aufbau des neuen Radarschirm-Multilayers Verwendung finden soll.

Ein spezieller Multilayer-Lack-Aufbau verbessert bei Gehäusen die Schirmwirkungen.  
*Nordiah - stock.adobe.com*



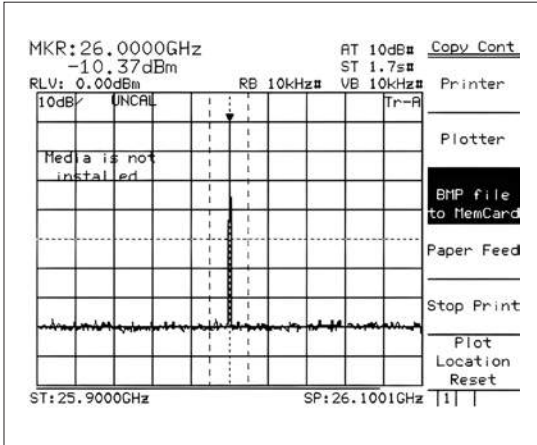


Bild 1: Transmissionsdämpfung mit Hohlleiter ohne Material. Bild: IMG

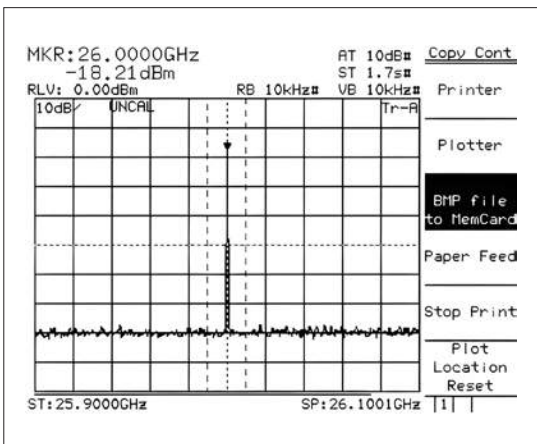


Bild 2: Transmissionsdämpfung mit Hohlleiter und herkömmlicher Cu-Lackierung. Bild: IMG

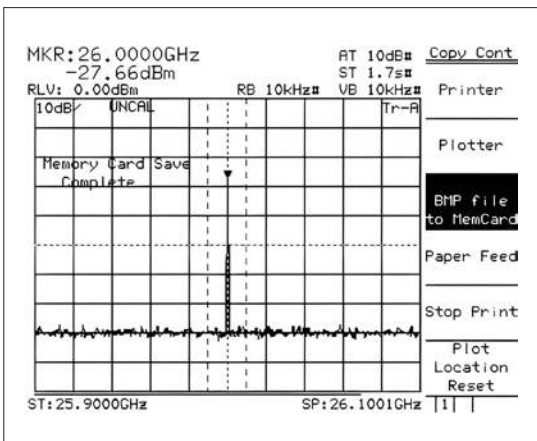


Bild 3: Transmissionsdämpfung mit Hohlleiter und neuartiger Radarlackierung. Bild: IMG

Versuche in einem gewählten Radarbereich  
 IMG hat ein eigenes Lack-Multilayersystem (nach den Vorgaben der theoretischen Simulation) aufgebaut. Mit einer Hohlleitermessanordnung, Radarpulsquelle und einem Spektrumanalysator wird die Transmissionsdämpfung eines herkömmlichen Monolayer-Cu-Lack-Schirms im Vergleich zu einem neuen Radarschirm-Multilayer im Frequenzbereich von rund 26 GHz genutzt. Bild 1

- (1)  $S = -20 \log(T)$
- (2)  $T_{(2)*} = P \left[ (1 - qe^{-2\gamma_1 t_1}) (1 - qe^{-2\gamma_2 t_2}) \right] e^{-(\gamma_1 t_1 - \gamma_2 t_2)}$
- (3)  $T_{(4)*} = P \left[ (1 - qe^{-2\gamma_1 t_1}) (1 - qe^{-2\gamma_2 t_2}) (1 - qe^{-2\gamma_3 t_3}) (1 - qe^{-2\gamma_4 t_4}) \right] e^{-(\gamma_1 t_1 - \gamma_2 t_2 - \gamma_3 t_3 - \gamma_4 t_4)}$
- (4)  $P_{(2)*} = \frac{(2 + 120\Omega)(2\eta_1)(2\eta_2)}{(120\Omega - \eta_1)(\eta_1 - \eta_2)}$       $P_{(4)*} = \frac{(2 + 120\Omega)(2\eta_1)(2\eta_2)(2\eta_3)(2\eta_4)}{(120\Omega - \eta_1)(\eta_1 - \eta_2)(\eta_2 - \eta_3)(\eta_3 - \eta_4)}$
- (5)  $\eta_a = \sqrt{\frac{-2\pi f \mu^2}{\gamma_a^2}}$       $\eta_c = (1 + j) \sqrt{\frac{\pi f \mu_p}{\sigma_p}}$
- (6)  $q_{(2)*} = \frac{(\eta_2 - \eta_1)(\eta_2 - 376,62\Omega)}{(\eta_2 + \eta_1)(\eta_2 + 376,62\Omega)}$       $q_{(4)*} = \frac{(\eta_4 - \eta_3)(\eta_4 - 376,62\Omega)}{(\eta_4 + \eta_3)(\eta_4 + 376,62\Omega)}$

beschreibt die Transmissionsdämpfungskurve des Hohlleiters ohne Material. In Bild 2 ist die Transmissionsdämpfungskurve im Hohlleiter einer herkömmlichen Cu-Lack-Abschirmung im Frequenzbereich 26 GHz zu sehen. In Bild 3 kann man die Transmissionsdämpfungskurve der neuartigen Radarabschirmung erkennen. Nach Auswertung der Messwerte wurde festgestellt, dass das neuartige Radarlacksystem den doppelten Schirmwert gegenüber dem herkömmlichen Cu-Monolayer aufweist. Das von IMG neu entwickelte Multilayer-Lacksystem besitzt im Radarbereich bei 26 GHz einen Schirmdämpfungswert von 14 dB.

Bild 4: Alle Formeln des Artikels sind in diesem Bild zusammengefasst. Bild: IMG

**Zusammenfassung**

Ausgehend von der Problemstellung und der theoretischen Einführung der Materialsynthese wurde in den experimentellen Betrachtungen das neue EMV-Radarabschirmkonzept vorgestellt. Bei dem neuen Radarabschirm-Multilayer ist eine Verbesserung der Schirmwirkung um 7 dB gegenüber Cu-Monolayern erkennbar. Zukünftig wird das neue EMV-Multilayer-Lacksystem für den Radarbereich mit einer Optimierung in den Resonanzfrequenzen weiterentwickelt. Anwendungen des neuartigen EMV-Lackes können Schirmmaterialien für Automotive-Sensorsysteme und für Industrie-Abstands-Radaranordnungen sowie für Chemiefüllstandsgeräte sein. (na/neu)

**Autoren**

Frank Gräbner, Ass. Prof.(BG) Dr.-Ing. und Ronny Kemter, Prüfeningenieur Prüfdienstleistungen, beide IMG Electronic & Power Systems.

**PSDG-48**  
**FULLY INTEGRATED 48W PSU**

- 28VDC INPUT 48W POWER SUPPLY
- INTEGRATED EMI FILTER
- HOLD UP FUNCTION
- FOR MILITARY & HIGH RELIABILITY APPLICATIONS

[WWW.GAIA-CONVERTER.COM](http://WWW.GAIA-CONVERTER.COM)