

Schirmung von Kunststoffgehäusen

Möglichkeiten und Ausführung wirksamer und kostensparender Schirmungsmaßnahmen, insbesondere durch Vakuummetallisierung

Effektive HF-Schirmungsmaßnahmen beim Einsatz kostensparender Technologien mit Kunststoffbauteilen erfordern eine Metallisierung letzterer. Wirksame Schirmungsschichten unterschiedlichster Art können mit verschiedenen Verfahren erzeugt werden. PVD/CVD-Schirmungsschichten haben aufgrund vieler Vorteile einen führenden Platz eingenommen. Dieser Beitrag soll dem Konstrukteur und Produktentwickler einen Überblick über die derzeitigen bekannten Verfahren bieten sowie speziell die Vakuummetallisierung vorstellen.

Die Entwicklung in Richtung immer kleinerer und leichter elektronischer Produkte und höherer Frequenzen verlangt wirksamere EMI-Schirmungsmaßnahmen, damit Störungen der Gerätefunktion von außen sowie gleichermaßen das Abstrahlen hochfrequenter Energie verhindert wird. Diese Anforderun-

gen sowie der Zwang zu einer kostengünstigen maßgenauen Fertigung bedingt in immer größerem Maße den Einsatz von Gehäusen und Funktionsbauteilen aus Kunststoffen. Leider besitzen diese im Gegensatz zu Metallen

keine EMI-Schirmwirkung und müssen deshalb mit einer Metallschicht überzogen werden. Für diese Metallisierung gibt es zur Zeit mehrere Techniken. Das Wissen, was für eine dieser Techniken bei welcher Geräte- und Schir-

B.03

► Autor

Dipl.-Ing. WILLY GROB ist Leiter Vertrieb Deutschland bei EMI-tec; Motzener Straße 17, D-12277 Berlin
Fon: +49/30/723949-11
Fax: +49/30/723949-19
E-Mail: w.grob@emi-tec.de

Tabelle 1: PVD/CVD-Beschichtungsverhalten einiger Kunststoffe

zu beschichtendes Material	Bezeichnung	gut beschichtbar	Vorbehandlung notwendig	Keine oder problematische Beschichtung
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere	x		
ABS/PC-Blend	ABS-Polycarbonat-Blend		x	
PC	Polycarbonat		x	
PCB	Polychlor-biphenyl	x		
LCP	Flüssig-kristalline Polymere	x		
PTFE	Poly-tetrafluor-ethen			x
PE	Polyethen			x
PBT	Poly-butylenglykolyk-terephthalat	x		
PA	Polyamid	x		
PEI	Polyetherimid	x		
PPO	Poly-phenylenoxid (Oberbegriff (PPE)	x		
PPS	Poly-phenylensulfid	x		
PEEK	Polyetheretherketon	x		
POM	Poly-oxymethylen			x
PVC	Polyvinylchlorid			x
PP	Polypropylen		x	
PMMA	Poly-methylmethacrylat (Plexiglas)			x

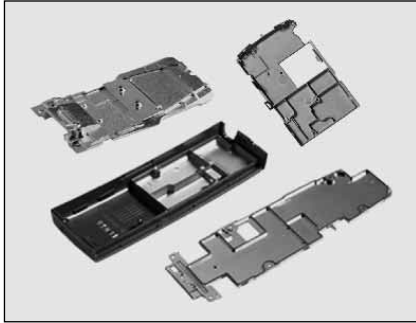


Abb. 1:
Einige metallisierte
Kunststoffteile

mungsanforderung am besten eingesetzt wird, ist für Konstruktion und Entwicklung äußerst relevant. Speziell bei relativ jungen Verfahren, wie der Aufbringung von Schirmungs- und Schutzschichten im Vakuum sind Informationen und Literatur recht rar.

Das Metallisieren von Nichtmetallen wie Holz, Stein, Keramik u.a. ist bereits seit dem Altertum bekannt. Heute gibt es eine Vielzahl von Verfahren der Metallisierung und somit des Aufbringens von Schirmschichten. Die Verfahren, die für das EMI-Shielding genutzt werden, sollen nachfolgend kurz vorgestellt werden.

Schirmungsverfahren

Aufkleben von Metallfolien oder metallisierten Textilien

Dies ist das einfachste Verfahren. Es ist vorteilhaft bei einfachen flächigen Beschichtungen anzuwenden. Der Aufwand steigt extrem bei unebenen Flächen und teilweisen Beschichtungsflächen. Verwendet werden vorwiegend Folien aus Kupfer mit oder ohne Oberflächenschutz, Aluminium, Eisen-/Nickellegierungen u.a.. Bei den metallisierten Textilien kommen vorwiegend Glas- oder Polyesterfasertextilien mit Cu-, Ag-, Ni- oder Sn-Beschichtung der Fasern zum Einsatz.

Lackieren mit metallpulverhaltigen Lacken

Die Lacke enthalten dabei einen hohen Anteil an Silber-, Kupfer, versilbertem Kupfer-, Nickel- oder Graphitpulver. Der Auftrag erfolgt im allgemeinen mit Spritzpistole, Siebdruck oder weiteren Druckverfahren und seltener mit Pinsel. Die charakteristischen Dämpfungswerte liegen bei einer Schichtdicke von 50 µm und 1 GHz zwischen ca. 40 dB (Graphit), ca. 55 dB (Cu) und ca. 70dB (Ag). Als Vorteil kann die problemlose Aufbringung mit einfachen Arbeitsmitteln angesehen werden. Nachteilig sind die bei einer Serienproduktion notwendigen zusätzlichen Ausrüstungen zur Vermeidung von Umweltbelastung und zum Gesundheitsschutz, eine gegenüber einer rein metallischen Oberfläche geringeren Oberflächenhärte und somit Empfindlichkeit gegenüber EMV-Dichtungen auf Drahtgewebebasis sowie eine durch den Binder hervorgerufene schlechtere Kontaktierung zu elektrisch leitfähigen Elastomerdichtungen. Weiterhin ist unbedingt die Verträglichkeit des Kunststoffes mit dem Lösungsmittel zu beachten (Spannungsrisikokorrosion). Bei Teilbeschichtungen ist ein hoher Maskierungsaufwand notwendig.

Galvanisieren

Das Galvanisieren von Kunststoffen war aufgrund der nur anfänglich bekannten nasschemischen Vorbehandlung zur Aktivierung (Beizen der Oberfläche mit Chromschwefelsäure) bei wenigen Kunststoffen (ABS und ABS-Blends) möglich. Dies bedeutete eine Einschränkung beim Ein-

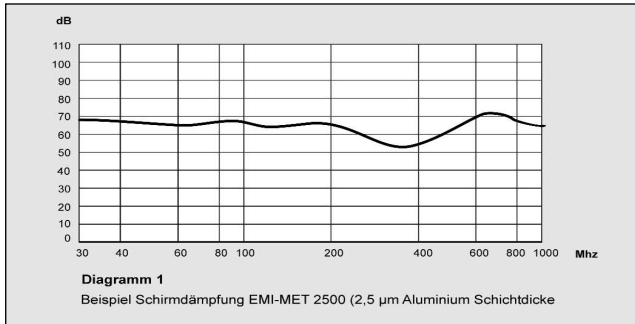


Abb. 2: Schirmdämpfung EMI-MET 2500 (Aluminium 2,5 µm Schichtdicke)

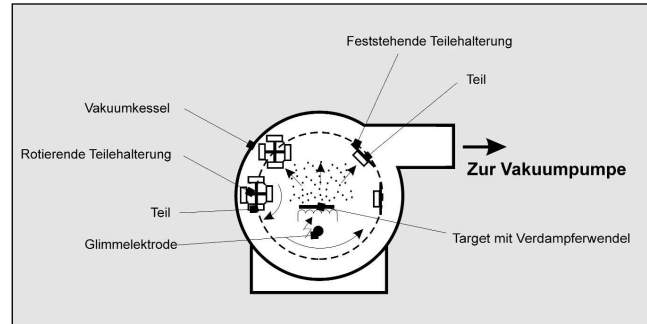


Abb. 3: Prinzipdarstellung einer Vakuumbeschichtungsanlage

satz von Kunststoffen und eine hohe Umweltbelastung und technologischer Aufwand. Erst trockene Vorbehandlungsverfahren (Gas- und Plasmaprozesse) ermöglichten eine Erweiterung des einsetzbaren Kunststoffsortiments. Der Vorteil des Galvanisierens liegt in dem Auftrag von Metallisierungsschichten unterschiedlichster Art mit hohen Schichtdicken (> 10µm stellen kein grundsätzliches Problem dar). Erreichbare Schirmdämpfungswerte liegen z.B. bei ca. 2 µm Cu und 1 GHz über 80 dB. Nachteilig ist ein hoher Aufwand an Ausrüstungen für den Prozess und zur Vermeidung von Umweltbelastung. Teilbeschichtungen erfordern einen hohen Vorbehandlungsaufwand (Maskierung des Teiles mit Lack als chemisch widerstandsfähige Maske).

Chemisches Metallisieren

Beim chemischen Metallisieren wird für die Beschichtung kein Strom benötigt. Mit diesem Verfahren können gleichermaßen wirksame Shielding-Schichten (Cu und Ni) mit noch akzeptablen Schirmdämpfungswerten hergestellt werden. Die Oberfläche ist aber wesentlich matter. Kostenmäßige Vorteile sind u.U. bei sehr kleinen Abmessungen und hohen Teilmengen und bei Ganzmetallisierung zu verzeichnen. Nachteilig ist der hohe Maskierungsaufwand bei Teilbeschichtungen sowie die gleichermaßen hohen Anlagenaufwendungen für den Prozess und den Umweltschutz. Weiterhin sind Einschränkungen betreff der einsetzbaren Kunststoffe zu verzeichnen.

Flammspritzen

Flammspritzen ist ein weiteres Verfahren einen Metallüberzug auf einem Kunststoff herzustellen. Die Schirmdämpfungswerte und Kosten liegen in einem akzeptablen Bereich. Nachteilig ist die Einschränkung der Metall- und Kunststoffauswahl (Temperaturbelastung) und die im Verhältnis zu anderen Verfahren hohen Schichtdicken (ca. 100 µm).

PVD/CVD-Schirmung

Die PVD/CVD-Schirmung ist eine Beschichtung, die im Hochvakuum hergestellt wird. Vorzugsweise werden Metalle wie Al, Cu, Ni, NiCr, Sn, Ag und Au aufgedampft. Die Schichtdicken liegen zwischen ca. 80 nm (Korrosionsschutz und dekorative Schichten) und 5 µm (Shielding). Es ist eine problemlose Teilbeschichtung durch einfache Maskierung und die Beschichtung einer großen Anzahl von Kunststoffen möglich. Das Verfahren ist derzeit eines der kostengünstigsten Verfahren. Nachteilig sind die wirtschaftlichen Grenzen in der Schichtdicke und in der Größe der Teile (abhängig von der Kammergröße der Anlage).

PVD/CVD-Beschichtung

Innerhalb moderner Beschichtungstechniken haben PVD-Prozesse eine große Anwendung gefunden. Unter dem Begriff PVD (Physical Vapour Deposition) werden alle Beschichtungsverfahren zusammengefasst, bei denen eine physikalische Abscheidung aus der Gasphase erfolgt, allgemein als Aufdampfen bezeichnet. Unter CVD (Chemical Vapour Deposition) werden alle Oberflächenbeschichtungsverfahren verstanden, bei denen durch chemische Reaktion in der Gasphase und/oder auf dem Substrat eine Schicht auf dem Substrat abgeschieden wird (z.B. HMDS, ITO). Beide Verfahren werden in hohem Maße in Kombination angewendet und werden im folgenden deshalb als PVD/CVD-Verfahren bezeichnet. Dieses Verfahren wird derzeit in vielen Bereichen angewendet. Der Einsatz reicht vom Aufbringen von Hartstoffschichten zur Verschleißminderung (TiC oder TiN) über dekorative Schichten auf Kunststoffteilen (Al, Au) bis zu EMI-Schirmungsschichten (Cu, Al) und Korrosionsschutzschichten (Ni, NiCr, Sn, HMDS) (Abb. 1) und (Abb. 2).

Verfahrensprinzip

Die Metalle (Targets) werden im Vakuum bis zum Verdampfen erhitzt. Dies kann durch

unterschiedlichste Verdampfungseinrichtungen erfolgen (Abb. 3–5), wie zum Beispiel Glühwendeln ähnlich in der Glühlampe, heizbare schalenförmige Aufnahmen (hauptsächlich für pulverförmige Targets und schlecht benetzende Materialien), Elektronenstrahlverdampfer u.a.. Durch das Vakuum liegen die Siedetemperaturen der Metalle weit unterhalb der bei Normaldruck (<50%). Der Dampf breitet sich im Vakuum aus und kondensiert am Substrat also dem zu beschichtenden Teil.

Eignung von Kunststoffen

Die Bedampfbarkeit der Kunststoffe ist von der thermischen Belastbarkeit, dem Abgasverhalten und Haftungsverhalten der Kunststoffoberfläche abhängig (Tab. 1).

Anforderungen an das Kunststoffteil

Um eine gute Haftung der Metallschicht auf dem Kunststoffteil zu erzielen muss die Oberfläche frei sein von Verunreinigungen (Öle, Fette, Trennmittel und Schmutz) sowie von Bearbeitungsfehlern (Einfallstellen, Grat, Feuchtigkeitsschlieren u.a.). Flittergrat und Fremdkörper sind unbedingt zu vermeiden, da sie sich nach der Metallisierung vom Teil lösen und in der Elektronik zu Kurzschlüssen führen können. Zur Vermeidung der Verformung des Teiles durch thermische Überbelastung sind Kunststoffe mit geringer Temperaturbelastbarkeit z.B. PS sowie geringe Wanddicken (<0,8 mm) zu vermeiden. Helle Kunststoffe verringern die Wärmestrahlungsbelastung des Teiles durch den Verdampfer in der Anfangsphase des Bedampfens erheblich und sind somit dunklen Teilen vorzuziehen. Da die Reinheitsbedingungen in der Fertigung vielfach nicht eingehalten werden können, ist eine Vorbehandlung der Teile notwendig. Dies erfolgt durch Waschen der Teile mit Fettlösenden Mitteln im Ultraschallbad, Trovalisieren oder Glasstrahlen zur Gratentfernung. Die Gratentfernung mittels Strahlen und so-

mit Aufrauung der Oberfläche der Teile ist möglichst zu vermeiden, da sie je nach Rauigkeitserhöhung zu einer Erhöhung der Oberflächenwiderstandes und somit einer Verminderung der Schirmdämpfung führt.

Teile können allseitig oder auch partiell beschichtet werden. Bei der allseitigen Beschichtung ist zu beachten, dass eine Teileaufnahmemöglichkeit besteht, d.h. an den Stellen sind Beschichtungsfehlstellen zu verzeichnen. Gut eignen sich Bohrungen oder Laschen, die nicht beschichtet werden brauchen. Sollte dies nicht möglich sein, sind die unbeschichteten Punkte (ca. 0,5 bis 1mm im Durchmesser) an unkritische Stellen zu legen. Bei Frequenzen < 3 GHz ist diese Größe der unbeschichteten Flächen für die Schirmung sowieso unkritisch, da sie weit unter 1/10 der Wellenlänge liegen. Bei einseitiger Beschichtung sind die Teile möglichst so zu gestalten, dass eine Auflagemöglichkeit, die unbeschichtet sein kann, verbleibt. Aufgrund der Streuung des Metaldampfes und somit des Eindringens auch noch in feine Spalte sind die Bedampfungskanten bei einer geraden Auflagefläche unscharf. Öffnungen sollten im Verhältnis zur Tiefe eines Teiles die Größenordnung 1:1 nicht unterschreiten, da sonst eine ungenügende Metallisierung erfolgt.



Abb. 4: Foto einer Vakuumbeschichtungsanlage mit geöffneter Tür

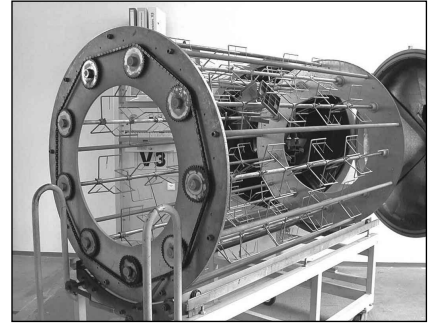


Abb. 5: Aufnahmedrehkorb mit Musterteil

Die Inhaltlichen Ausführungen konnten sich nur auf einen Überblick beschränken, eine Menge beachtenswerter Punkte mussten aufgrund der Kürze des zur Verfügung stehendes Platzes unerwähnt bleiben. Im Ergebnis kann aber gesagt werden, dass die PVD/PVC-Beschichtung von Kunststoffen, insbesondere zum EMI-Shielding sowohl ein technisch als auch kostenmäßig günstiges Verfahren darstellt und aus diesem Grunde eine breite Anwendung findet. Eine weitere Entwicklung in Richtung Anlagenvergrößerung, höhere Vakuumleistungen, wirtschaftlichere Verdampfer, neuer preiswerter Schutzschichten also somit noch größerer Wirtschaftlichkeit sind noch keine Grenzen gesetzt.

Literatur

- [1] W. Grob, EMI-MET, EMI-tec GmbH Firmenschrift 2000
- [2] H. Ebneht, Metallisierung von Kunststoffen Expert Verlag 1995
- [3] Industrielle Vakuumtechnik, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1980
- [4] Bildmaterial, EMI-tec GmbH 2001

Beitrag als PDF im Internet

www.publish-industry.net
more @ click EK3B0302

