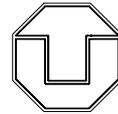




FAKULTÄT ELEKTROTECHNIK



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN



INSTITUT FÜR FEINWERKTECHNIK

Forschungsvorhaben innerhalb des BMBF-Programms  
„Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21.  
Jahrhunderts“

## **Abschlußbericht** zum BMBF-Verbundprojekt

Materialien und Verfahren für die Aufbau- und  
Verbindungstechnik

# **Modularer optisch-elektrischer Schaltungsträger** **MOES**

Zuwendungsempfänger (Unterauftragnehmer)	Technische Universität Dresden
Vorhabensbeschreibung der Teilaufgabe	B4: Material- und Verfahrenstechnik für den Schutz des elektrischen und optischen Schaltungsträgers
Laufzeit des Vorhabens	01.01.1998 – 31.03.2002
Förderkennzeichen	03N1038

Berichtszeitraum	01.01.1998 – 31.03.2002
------------------	-------------------------

## Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND GESAMTZIEL DES VORHABENS.....</b>	<b>3</b>
1.1	AUFGABENSTELLUNG .....	4
1.2	STAND DER TECHNIK .....	4
1.2.1	<i>Elektrische Schaltungsträger (Atotech/Würth/IZM).....</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Optische Schaltungsträger (Alcatel/mrt/IZM).....</i>	<i>6</i>
1.2.3	<i>Aufbau- und Verbindungstechnik (IZM/Heraeus).....</i>	<i>7</i>
1.2.4	<i>Interface (Harting/IZM) .....</i>	<i>7</i>
1.3	PLANUNG UND ABLAUF .....	8
1.4	ZUSAMMENARBEIT MIT DEN PROJEKTPARTNERN.....	9
1.5	ARBEITSPAKET DER TU DRESDEN .....	9
<b>2</b>	<b>ANFORDERUNGEN AN HÜLLSYSTEM, VORAUSWAHL AUSSICHTSREICHER VERFAHREN .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>MECHANISCHES VERHALTEN DER ZU UMHÜLLENDE LEITERPLATTE.....</b>	<b>16</b>
3.1	MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN VON TWINFLEX® IM VERGLEICH ZU FR4-LEITERPLATTE .....	16
3.2	MECHANISCHES VERHALTEN VON PARTIELL VERSTEIFTEM TWINFLEX®.....	21
3.3	MECHANISCHES VERHALTEN VON TWINFLEX® BEI ZUSÄTZLICHER ABSTÜTZUNG IN DER FLÄCHE ..	23
<b>4</b>	<b>VERTIEFENDE ANALYSE DER LÖSUNGSANSÄTZE .....</b>	<b>26</b>
4.1	VAKUUMVERPACKEN.....	26
4.2	VERGIEßEN .....	28
4.3	EINLEGEN .....	30
<b>5</b>	<b>REALISIERUNG DES DEMONSTRATORS B3 .....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>35</b>

## 1 Einleitung und Gesamtziel des Vorhabens

Die Leiterplatte (Schaltungsträger) verdankt ihren klassischen Aufbau der Überlegung, die Funktion der mechanischen Fixierung mit der Funktion der elektrischen Verbindung zu vereinen. Von den ersten Anfängen bis heute ist dieses Aufbauprinzip der Funktionenintegration Grundlage aller bisher realisierten Leiterplatten. Der Kompromißcharakter einer solchen Lösung hat jedoch auch grundsätzliche Nachteile:

- Die integrierten Funktionen sind nicht einzeln optimierbar,
- Die Funktionen beeinflussen sich gegenseitig, im allgemeinen negativ und sind damit unzuverlässiger,
- Der oder die verwendeten Werkstoffe sind nicht bis zur Grenzleistung belast- und ausnutzbar,
- Fertigungsbelastungen für einzelne Funktionen beziehen sich immer auf den gesamten Konstruktionskörper und die in ihm verwendeten Materialien.

Ausgehend von den oben genannten Limitationen hat das Verbundvorhaben das Ziel, die Trennung bisher integrierter Funktionen der elektrischen und mechanischen Verbindung zu erproben und zu bewerten und als wesentliche zusätzliche Funktion die Übertragung optischer Signale mit in die Leiterplatte aufzunehmen. Zusätzlich hat sich die Integration optischer Funktionen im Laufe des Projektes als für zukünftige Leiterplatten besonders bedeutende Zielsetzung erwiesen. Dies gilt speziell für die aus dem Bereich der Telekommunikation vorgesehenen Demonstratoren.

Um diese Ziele zu erreichen, stellt sich die Aufgabe der Schaffung der materialtechnischen und daraus resultierenden erforderlichen verfahrenstechnischen Voraussetzungen für die Realisierung eines Schaltungsträgersystems mit optimierter modularer Funktionalität als Basisträger für starre, starr-flexible und flexible Baugruppen zur Erfüllung der gegenwärtig einschätzbaren Funktionsanforderungen. Das Prinzip der Funktionentrennung läßt dabei die getrennte Optimierung aller einzelnen Funktionen zu. Unter materialwissenschaftlichen Aspekten eröffnen sich damit die Möglichkeiten

- des Einsatzes wesentlich kostengünstigerer Werkstoffe, speziell von Kunststoffen, die keine multifunktionalen Eigenschaften mehr aufweisen müssen, sondern i.a. monofunktional ausgelegt werden können,
- der Ausschöpfung des vorhandenen Leistungspotentials und Nutzung bisher verdeckter Eigenschaften der in der Leiterplattentechnik verwendeten Materialien,
- des Einsatzes speziell angepaßter Werkstoffe, z. B. für das Dielektrikum, die optische Signalübertragung, die Wärmeabführung, die Montage und das Versteifungssystem.

Abgeleitet von den übergeordneten Zielen des Forschungsprojektes sind folgende Teilziele zu erreichen:

- Material- und Verfahrensentwicklung für einen optischen Schaltungsträger,
- Materialanpassung und Verfahrensentwicklung für einen elektrischen Schaltungsträger,
- Material- und Verfahrensentwicklung für den modularen Aufbau des Schaltungsträgers und die Montage von Baugruppen,
- Material- und Verfahrensentwicklung für die Systemkonfiguration der Baugruppe.

Ein weiteres Teilziel ergibt sich aus der Notwendigkeit, die im Rahmen des Vorhabens neu zu entwickelnden bzw. zu modifizierenden Materialien und ausgewählten Verfahrensschritte zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Entwicklung für alle Teilvorhaben nach einheitlich definierten Umweltgesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten. Die Optimierung der Materialien unter ökologischen Aspekten soll in einem engen Zusammenhang zur Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses betrachtet werden, ohne dass Abstriche an der technischen Funktionalität gemacht werden müssen. Der Erfolg der vorstehenden Forschungsarbeit wird an elektrischen und optisch-elektrischen Demonstratoren nachgewiesen.

## **1.1 Aufgabenstellung**

Um die im Gesamtziel global genannten Eigenschaften in geeigneten Demonstratoren realisieren zu können, stellten sich Teilaufgaben, die von den Verbundpartnern in Zusammenarbeit zu lösen waren. Diese bestanden in den folgenden Teilvorhaben:

- Material- und Verfahrensentwicklung für den Schaltungsträger optisch/elektrisch
- Material- und Verfahrensentwicklung für den modularen Aufbau des Schaltungsträgers, die Montage und die Systemkonfiguration der konkreten Baugruppe
- Demonstratoraufbau

## **1.2 Stand der Technik**

### **1.2.1 Elektrische Schaltungsträger (Atotech/Würth/IZM)**

Stetig steigende Anforderungen an die Verdrahtungsdichte elektronischer Systeme führten in der Vergangenheit zu immer komplexeren Aufbauten elektrischer Schaltungsträger. So sind heute mehrlagige Aufbauten von Leiterplatten mit mehr als 20 Lagen in der Verbindungstechnik z.B. für Hochleistungsrechner anzutreffen. Mit zunehmender Taktfrequenz derartiger Systeme mußten die Signalwege kurz gehalten werden, was sich in der Verbindungstechnik in Form von aufwendig hergestellten Multichipmodulen (MCM) in Feinleitertechnik darstellt. Die Module wiederum sind mittels viellagiger Mehrlagenleiterplatten miteinander verbunden. Anfangs waren die Kosten derartiger

Verbindungstechniken noch nicht von entscheidender Bedeutung, da allein diese Techniken erst derartige Hochleistungssysteme ermöglichen.

Inzwischen sind auch mittlere Systeme und selbst Personal Computer nur noch mit sehr hohen Verdrahtungsdichten zu realisieren, wobei in diesen Märkten das wirtschaftliche Umfeld wesentlich stärker wettbewerbsgeprägt ist als das der Hochleistungsrechner in der Vergangenheit. Somit mußten kostengünstigere Wege zur Erzielung hoher Verdrahtungsdichten gefunden werden.

Eine Möglichkeit besteht im Einsatz von Multichipmodulen, wobei diese jedoch in Techniken hergestellt werden, die einen deutlich geringeren Kostenaufwand als bei Hochleistungssystemen erfordern. So kommen gegenüber in der Vergangenheit benutzten Keramiken heute vermehrt polymere Werkstoffe als Dielektrika zum Einsatz. Die Leiterzüge werden nicht mehr durch aufwendige Techniken (z. B. Drucken von Metallpasten auf Keramik mit anschließendem Brennen oder Vakuumverfahren wie Sputtern) aufgebracht, sondern durch elektrochemische Abscheide- und Ätzverfahren, wie sie aus der Leiterplattentechnik bekannt sind.

Heutige Ansätze zur kostengünstigen Erzeugung hochverdichteter Strukturen auf Leiterplatten und Multichipmodulen liegen in der Herstellung von feinleitrigen Verdrahtungsebenen nur auf der Oberfläche einer sonst konventionellen Leiterplatte. Gemeinsam haben diese Verfahren die simultane Erzeugung der Löcher, die für die Verbindungen zum konventionellen Kern der Leiterplatte sowie für die Verbindungen der Feinverdrahtungslagen untereinander benötigt werden. Die Löcher werden bei diesen Verfahren durch Laser- oder Plasmabohren oder Fotostrukturierung erzeugt. Damit werden die Grenzen des mechanischen Bohrens überschritten und deutlich kleinere Löcher für die Lagenverbindung möglich. Platzsparende z-Achsenverbindungen sind wiederum eine wesentliche Voraussetzung für die Erhöhung der Verdrahtungsdichte auf dem Schaltungsträger.

Bei einer Hauptrichtung dieser Technologie werden als Dielektrikum fotosensitive Polymere verwendet. Durch die Fotostrukturierung werden in diesem Verfahren die Löcher zur Verbindung der Lagen erzeugt. Die Metallisierung der Oberfläche und der Löcher erfolgt mittels nasschemischer Verfahren. Die Leiterzüge werden durch Fotostrukturierung und Ätzen erhalten. Die mit diesen Techniken erreichbaren Haftfestigkeiten des abgeschiedenen Metalls auf dem Fotopolymer liegen im allgemeinen niedriger als die Metall/Epoxidharz-Haftung bei Leiterplattenlaminaten. Günstig ist die im wesentlichen auf Leiterplattentechniken beruhende Prozeßtechnik.

Der andere Hauptansatz geht von Kupfer/Polyimid-Verbundfolien aus, die auf eine konventionelle Leiterplatte laminiert werden. Der Einsatz als hochverdichtete flexible Schaltung ist ebenfalls möglich. Bei den Verbundfolien handelt es sich um Kupferfolien, die einseitig mit Polyimid beschichtet wurden. Durch Verkleben zweier derartiger Folien mit der Polyimidseite werden auch doppelseitig metallisierte Verbundfolien erzeugt. Die Löcher zur Kontaktierung des Leiterplattenkerns und der einzelnen Lagen werden dabei simultan durch Plasmabohren erzeugt. Als Ätzmaske dient dabei die Kupferschicht, in die durch