

Integrierte Induktivitäten

Elektronik ist nicht nur für die große Mehrzahl der Innovationen im Fahrzeug verantwortlich, sie ist auch der Schlüssel zu immer sparsameren und saubereren Motoren. Ein Forschungsprojekt soll ein Schaltungskonzept für leistungselektronische Systeme mittlerer Leistung erarbeiten. Ein wesentlicher Teil davon sind integrierte induktive Bauelemente.

Dr. Gernot Vaerst

aus dem Automobil ist die Elektronik nicht mehr wegzudenken. Keine andere Technologie hat das Auto in den vergangenen 30 Jahren so stark verändert. Ihr Anteil an den Gesamtkosten eines Mittelklassefahrzeuges liegt heute bei etwa 30%, Tendenz steigend. Die Anwendungen erstrecken sich vom Antriebsstrang (z.B. Motorsteuerungsgeräte) über Sicherheitseinrichtungen (z.B. ABS, ESP) bis hin zu Komfortfunktionen. Die Elektronik ermöglicht nicht nur immer mehr aktive und passive Fahr-sicherheit, sondern liefert auch einen Beitrag zu immer sparsameren und saubereren Motoren. Letzteres könnte bei knapper werdenden Ressourcen und den damit stetig steigenden Treibstoffkosten sowie der Auflage, den Ausstoß von Klimagasen drastisch zu reduzieren, ein entscheidender Wettbewerbsfaktor sein. Darüber hinaus ist die Elektronik ein wesentlicher Treiber für etwa 90% aller Innovationen im Auto.

Das Ziel von »VISA« (siehe Kasten »BMBF-Forschungsprojekt VISA«) ist es, auf die zukünftigen Herausforderungen an elektronische Schaltungen im Bereich des



Bild 1: Weiterentwicklung der Leistungselektronik zum voll integrierten System

Automobilbaus eine Antwort zu geben. Diese Herausforderungen sind:

- Kostendruck bei gleichzeitiger Verbesserung der Zuverlässigkeit,
- Erhöhung der Zahl sowie des Funktionsumfangs der elektronischen Systeme im Automobil bei gleich bleibendem Raumangebot,
- Forderung nach Gewichteinsparung sowie hohe Temperaturwechselbeständigkeit der Systeme.

Am Ende des Projektes soll ein Schaltungskonzept für leistungselektronische Systeme mittlerer Leistung (bis 200 W) mit den folgenden Merkmalen zur Verfügung stehen:

- geringe Bauhöhe durch die Integration aktiver und passiver Komponenten (z.B. Planarinduktivitäten),
- erhöhte Zuverlässigkeit durch die damit einhergehenden Änderungen bei der Aufbau- und Verbindungstechnik sowie
- besseres EMV-Verhalten durch kompaktere Bau-

weise und den Wegfall von externen Zuleitungen.

In einem integrierten Entwicklungs- und Produktionsprozess wollen die Projektpartner voll integrierte leistungselektronische Systeme herstellen. Ein solches integriertes Design wird nicht nur ein einzelnes Bauelement ersetzen, sondern möglichst alle Komponenten in einem voll integrierten System zusammenfassen (Bild 1).

In konventionellen Systemen haben passive Bauelemente wie Kondensatoren, Induktivitäten und Transformatoren selbst als SMD-Bauteile einen großen Anteil an Volumen, Gewicht und Zuverlässigkeit – und damit an den Kosten.

Wesentliche Verbesserungen können sich daher durch die Integration von passiven Leistungsbau-elementen wie Planarinduktivitäten ergeben. Um eine möglichst dichte Packung zu erzielen, sollen die Systemkomponenten in einem Trägermaterial integriert werden. Das komplette System lässt sich dann aus Lagen von unterschiedlichen, strukturierten Materialien herstellen anstelle von diskreten Komponenten (Bild 2). Damit dient die Leiterplatte nicht länger nur der Verbindung und mechanischen Befestigung der elektronischen Bauelemente, sondern sie bekommt unmittelbar elektronische Funktion. Dadurch hat diese Technik ein großes Potenzial zur Kosteneinsparung, ähnlich wie beim Übergang zu integrierten Schaltungen in der Mikroelektronik.

Werkstoffe als Grundlage

Um diese Vorteile zu erreichen, beginnt auch hier der Fortschritt beim Werkstoff. Für Anwendungen im Automobil ist neben der Kostenattraktivität auch ein hoher Wirkungsgrad essenziell. Allerdings weisen die bisher entwickelten integrierten magnetischen Bauelemente sehr hohe Verluste auf. Für das Projekt gilt es, einerseits weichmagnetische Werkstoffe mit geringen Wirbelstromverlusten sowie hoher Güte und Sättigungsinduktion zu entwickeln. Andererseits müssen ein entsprechendes Design und die Geometrie der

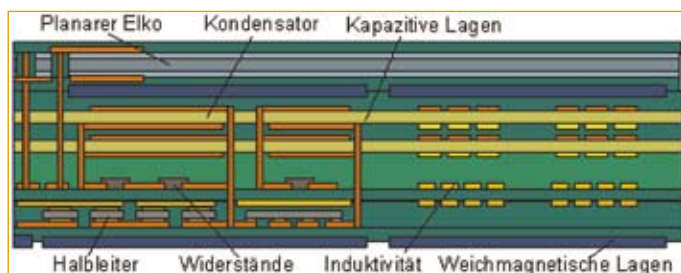


Bild 2: Voll integrierte Leiterplatte mit Planarinduktivitäten

**BMBF-Forschungsprojekt
VISA**

VISA steht für »Vollintegrierte leistungselektronische Systeme in der Automobilelektronik«. Dieses Verbundprojekt im Rahmen der »Innovationsallianz Automobilelektronik« wird seit dem 1. Mai 2008 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit über 500 000 Euro gefördert. Mitglieder des Verbundprojektes sind neben der Vacuumschmelze noch Continental Temic, Philips, Schweizer Electronic, die TU Berlin, das Fraunhofer-Institut, die RWTH Aachen und Daimler.

verwendeten weichmagnetischen Teile sicherstellen, dass sie sich kompakt in Platinen integrieren lassen. Die Aufgabe der Entwicklergruppe der Vacuumschmelze (VAC) besteht darin, unter

Verarbeitungs-, Umgebungs- und Einsatzbedingungen optimierte weichmagnetische, metallische Werkstoffe und/oder Teile mit den geforderten Charakteristika bereitzustellen. Dazu sollen die Entwickler die Materialeigenschaften wie Permeabilität, Verluste, Güte und Temperaturbeständigkeit der amorphen und nanokristallinen Materialklassen sowie deren werkstofftechnische Optimierungsmöglichkeiten wie Legierungsvariation oder Feldwärmebehandlungsmethoden untersuchen, um diverse Anisotropien einstellen zu können. Hierzu soll unter anderem ein Kerr-Mikroskop zum Einsatz kommen.

In diese Untersuchungen müssen die Entwickler auch die Gegebenheiten, wie sie beispielsweise aus der Bauform und Geometrie typischer planarer Induktivitäten resultieren, einfließen lassen und optimieren. Ein weiteres Ziel ist es, geeignete Weiterverarbeitungsverfahren des in Bandform anfallenden Halbzeuges zur Herstellung magnetischer Lagen beziehungsweise Pakete und deren Integration in der Leiterplatte bereitzustellen. Daher sollen in einem Arbeitspaket »Integrierte Induktivitäten« verbesserte weichmagnetische Werkstoffe, ausgehend von den bestehenden Legierungen »Vitrovac« und »Vitroperm« – jedoch mit angepassten Verlust- und Güteeigenschaften – entwickelt und den Mitgliedern des Verbundprojektes zur Verfügung gestellt werden.

**LED-Technik
und Fotovoltaik**

Die Lichtelektronik und die Fotovoltaik gehören zu den Bereichen der Automobilindustrie, bei denen die Anforderungen insbesondere hinsichtlich Platz, Zuverlässigkeit und Temperaturbeständigkeit relevant sind.



Bild 3: Leuchtdioden im Automobil (Quelle: Pininfarina)

In der Kfz-Beleuchtung werden zunehmend moderne, energiesparende Techniken wie LEDs und künftig OLEDs (organische Leuchtdioden) eingesetzt. LEDs eröffnen

neuartige Gestaltungsmöglichkeiten für die Fahrzeugbeleuchtung, die Kriterien wie Sicherheit, Energieeffizienz und differenzierende Designs erfüllen sollen. Dies gelingt



Bild 4: In ein Sonnendach könnte ein Solarmodul integriert werden

Innovationsallianz Automobilelektronik

Führende Hersteller und Zulieferer der deutschen Automobilindustrie haben eine Zusammenarbeit im Bereich der Automobilelektronik vereinbart. Diese »Innovationsallianz Automobilelektronik« beabsichtigt die führende Position der deutschen Automobilindustrie im Bereich Elektronik auch in Zukunft sicherzustellen. Derzeit gehören Audi, BMW, Daimler, Bosch, Continental, Elmos und Infineon zu den Mitgliedern.

Ziel ist, die Vorteile der Elektronik für alle Kraftfahrzeuge, unabhängig welchem Segment und welcher Preisklasse sie angehören, auf der Basis von gemeinsamen Elektrik- und Elektronikarchitekturbausteinen nutzbar zu machen. Anfang 2008 bereits wurden erste Projekte gestartet. Die Firmen der Innovationsallianz werden für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in marktfähige Produkte in den nächsten zehn Jahren mehr als 500 Millionen Euro investieren. Daran ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit weiteren 100 Millionen Euro beteiligt.

jedoch nur dann, wenn die Form der Elektronik der Form der Beleuchtung folgt, sich also in die Fläche entwickelt (Bild 3).

Insbesondere bei Hybridfahrzeugen nimmt die Pulsbelastung deutlich zu, was zu einer verstärkten Alterung beziehungsweise Sulfatierung der Batterie führt. Der Alterung der Bleibatterie können dann kleine dauerhafte Pflegeladeleistungen im Bereich von einigen zehn Watt entgegenwirken. Die Nutzung der Fotovoltaik als Energiequelle stellt dabei die ideale Lösung dar, da sie in Kombination mit der VISA-Elektronik die notwendigen dauerhaften, kleinen Pflegeladeströme zur Verfügung stellen kann (Bild 4). Als Nebeneffekt lässt sich die solar eingespeiste Energie der Batterie zuführen und damit nutzbar machen. Die Möglichkeit eines Kaltstarts nach langen Stillstandszeiten wird durch die Nachladung begünstigt.

**Über den
Tellerrand geschaut**

Nicht zu vergessen ist die Bedeutung des Projektes auch für Anwendungen abseits der Automobiltechnik. Zum Beispiel stellen Fotovoltaik-Wechselrichter das Bindeglied zwischen Solarmodulen und Verbrauchern dar. Der Wechselrichter macht einen wesentlichen Bestandteil der

Kosten und Funktion von Solaranlagen aus und bestimmt so unter anderem den Grad der Ausnutzung von Solarmodulen. Fortschritte auf diesem Gebiet (Kostenreduktion, Langlebigkeit) bilden die Grundlage dafür, dass sich die Fotovoltaik weiter ausbreitet.

Während digitale Schaltkreise durch die Integration der Bauteile in Silizium innerhalb der letzten Jahrzehnte drastisch kleiner geworden sind, werden leistungselektronische Schaltkreise weiterhin aus verschiedenen, einzeln hergestellten, diskreten Bauteilen auf Leiterplatten zusammengesetzt. Es sind mit dieser Technik nur noch geringe Verbesserungen in Bezug auf Herstellbarkeit und Größenreduzierung zu erwarten, und das Ungleichgewicht zwischen Datenverarbeitungs- und Leistungsschaltkreisen könnte sich weiter vergrößern.

Deshalb könnte eine Technik, mit deren Hilfe sich – ähnlich wie in der Halbleitertechnologie – verschiedenartige Bauelemente in immer gleichen Prozessschritten integrieren lassen, das Potenzial haben, elektronische und leistungselektronische Schaltungen zu revolutionieren. (rh)

Dr. Gernot Vaerst

leitet das Forschungsprojekt VISA und ist Key Account Manager bei Vacuumschmelze
Telefon 0 61 81/38 0
www.vacuumschmelze.de