

Bild 1: Ansicht des DFM-Portals bei der Eingabe der technischen Projektbeschreibung.

DFM-Prüfungen in Echtzeit gewährleisten Second Source

Das hier vorgestellte DFM-Portal unterstützt PCB-Layer- und Leiterplatten-Hersteller beim sicheren Austausch projektbezogener Design for Manufacturing-Regeln.

DIRK MÜLLER *

Die Vielfalt an Parametern, die bei der Leiterplattenfertigung zu berücksichtigen sind, wird immerfort größer. Der Grund: Leiterplatten haben unterschiedliche Lagenaufbauten mit Kupferdicken und Prepreg, verschiedene Technologien wie Starrflex und Embedded Komponenten, können impedanzkontrolliert sein oder Laserbohrungen enthalten. Für jegliche Kombination an Technologien gibt es besondere Vorgaben, die ein Layer-Designer insbesondere hinsichtlich der Produzierbarkeit zu berücksichtigen hat. Um bestmögliche Herstellbarkeit der Leiterplatten sicherzustellen, stellt Cadence für PCB-Designer und Leiterplattenhersteller mit dem DFM-Portal eine sichere Online-Plattform zum projektbezogenen Austausch

exakter Entwurfsregeln in elektronischer Form zur Verfügung.

Das Verwalten von Fertigungsvorgaben für Leiterplatten wird durch die Vielfalt der unterschiedlichen Technologien immer umfangreicher. Früher konnten Leiterplatten mit den üblichen Standardeinstellungen als 2- oder 4-Lagen-Leiterplatten ohne Rückfragen in Auftrag gegeben werden. Diese einfachen Platinen kann jeder Leiterplattenhersteller fertigen. Heute aber haben elektronische Schaltungen höhere Taktraten mit High-Speed-Anforderungen und der Formfaktor wird durch Anforderungen nach Miniaturisierung stetig kleiner, was zur Folge hat, dass die Leiterplatten immer komplexer werden. Mehrlagige, impedanzkontrollierte Starrflex-Leiterplatten mit HDI-Technologie sind heute keine Seltenheit mehr. In diesem Fall muss der PCB-Designer deutlich mehr Vorgaben für die Fertigung berücksichtigen.

Die Fertigungsregeln sind durch Toleranzen bei den Maschinen begründet, die der

Leiterplattenhersteller verwendet. Hat der Leiterplattenhersteller zwei unterschiedliche Fertigungsstandorte, so kann es auch zwei unterschiedliche Regelsätze geben. Regelsätze unterscheiden sich auch bei unterschiedlichen Maschinen bei unterschiedlichen Lieferanten. Mit den Regelsätzen kann ein Entwurf so entwickelt werden, dass es überall produzierbar und dadurch eine Second Source möglich ist. Mit den Regeln und dem Check können auch nachträglich Designs geprüft werden, ob sie auf neuen Maschinen oder bei neuen Lieferanten nachproduziert werden können.

Leiterplattenhersteller bieten häufig eine Dokumentation der Design-Regeln für die Fertigung in Papier- oder PDF-Form an. Darin werden die Regeln für die einzelnen Technologien beschrieben. Diese Dokumentationen sind meist nur allgemeine Regelwerke, und es ist für viele Leiterplattenhersteller zu zeitaufwendig, Sonderfälle oder Kombinationen der Regeln eindeutig zu beschreiben.



* Dirk Müller
... ist Geschäftsführer bei FlowCAD, Feldkirchen.

Häufig sind die Regeln allgemein beschrieben, sodass stets genügend Toleranzen eingeplant sind und sich die Platinen immer fertigen lassen. Für innovative Projekte können diese Toleranzen reduziert und die Regeln dann auf Nachfrage daran angepasst werden. Hier spielen Leiterplattendicke, Kupferstärke, Lagenaufbau und verwendete Technologien eine Rolle.

Um projektbezogene DFM-Regeln zu erstellen, schaut sich der Experte beim Leiterplattenhersteller nicht nur die eingesetzten Technologien sondern auch seinen Maschinenpark, die Stückzahlen und die Fertigungsauslastung an. Hat der Hersteller zwei unterschiedliche Fertigungslinien mit unterschiedlichen Maschinen, so verfügen diese Fertigungslinien meist über unterschiedliche Regeln und darüber hinaus lassen sich manche Losgrößen auf bestimmten Linien kostengünstiger fertigen. Somit kann das Zusammenstellen von projektbezogenen Regeln beliebig komplex werden und verursacht einen nicht zu unterschätzenden Aufwand. Üblicherweise werden solche Regeln dann per E-Mail kommuniziert und sind vom Layouter einzuhalten.

Durchgängige Kommunikation ohne Fehlinterpretationen

Mit der DesignTrue-DFM-Plattform bietet Cadence eine DFM-Lösung sowohl für PCB Layouter als auch für Leiterplattenfertiger an. Über ein Anwenderportal können PCB Designer ihr Projekt technisch beschreiben und die Anfrage direkt an den technischen Ansprechpartner bei einem oder auch an mehrere Leiterplattenhersteller gleichzeitig versenden. In einem separaten Portal können registrierte Leiterplattenhersteller die Vielzahl ihrer Maschinenparameter elektronisch verwalten und zusammen mit der Anfrage des Anwenders einen projektbezogenen DFM-Regelsatz erzeugen. Dieser Regelsatz wird dem PCB Designer zugesandt und er wiederum liest diesen Technologie-Datensatz dann in die Cadence-PCB-Umgebung für OrCAD oder Allegro ein. Cadence unterstützt bis zu 2.500 DFM-Regeln, welche nur die Fertigung betreffen. Diese hohe Anzahl an möglichen Parametern zeigt die Komplexität der DFM-Regeln. Wenn der Regelsatz geladen ist und der Layouter ein Bauteil platziert bzw. eine Leitung verlegt, bekommt er in Echtzeit Feedback, sollte er gegen eine DFM-Regel verstoßen. Somit halten die fertigen Designs alle fertigungsbezogenen Regeln ein und die Anzahl an Rückfragen wird deutlich minimiert.

Zur Anfrage eines Design for Manufacturing-Regelsatzes geben registrierte Anwender

Bild: FlowCAD



Bild 2: Unterschiedliche Regeln für die Produktionsmaschinen. Cadence unterstützt bis zu 2500 DFM-Regeln, welche nur die Fertigung betreffen.

auf der DesignTrue-DFM-Webseite ihre Kontaktdaten ein und beschreiben ihre Leiterplatte. Hier sind beispielsweise Angaben zum minimalen Pinabstand (Pitch) und die minimale Anschlussflächengröße (Pad size) erforderlich. Außerdem kann eine Auswahl bezüglich Technologie getroffen werden: Micro Via, Blind/Burried Via, Back Drilling oder Embedded Komponenten. Darüber hinaus werden Angaben über den Lagenaufbau mit Kupferstärken und Bestückungsdruck hinterlegt.

Nur eine einzige Datei für die effiziente Kommunikation

Diese standardisierte Anfrage ist für den Empfänger beim Leiterplattenhersteller leicht verständlich und führt zu weniger Missverständnissen als der bisher übliche



PCB SPECIALS

Plangenaue Punktgenaue Innovativ

→ Exklusivität

Kompetenz
in exotischen Materialien

→ Leistungsstärke

Leiterplatten und Kupfer-
schichten in extremen Stärken

→ Präzision

Minimalste
mechanische Toleranzen

Spezialisten für bahnbrechende Leiterplatten



Becker & Müller
Schaltungsdruck GmbH

Tel.: +49 (0)7832 9180-0

www.becker-mueller.de

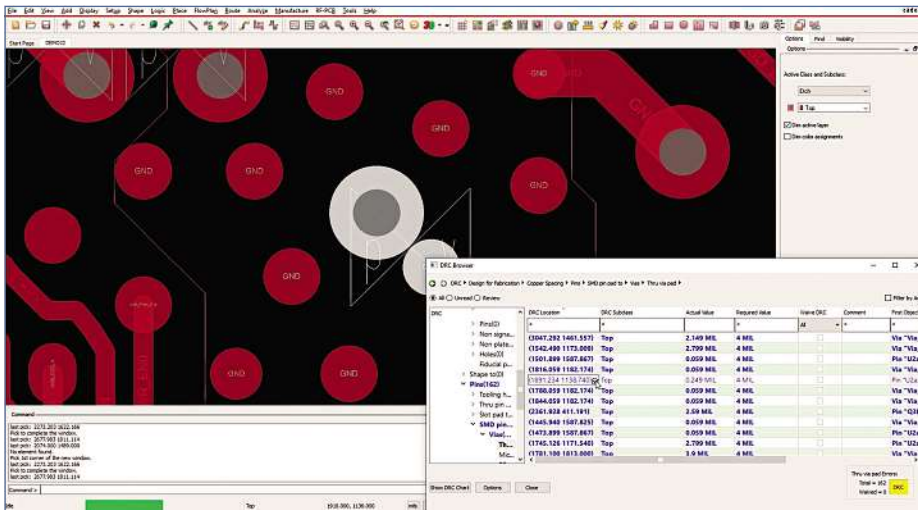


Bild: FlowCAD

gibt es entsprechende Regeln für Bestückungsdruck, Lötpasten oder die PCB-Kontur. So müssen Bauteile, Durchkontaktierungen oder Leitungen einen bestimmten Abstand zur Außenkante der Leiterplatte aufweisen, damit sie beim Aussägen oder Herausbrechen der Leiterplatte aus dem Fertigungsnutzen keinen Schaden nehmen. Diese Abstände spielen für das elektrische Verhalten eine untergeordnete Rolle, führen aber bei Unterschreitung in der Produktion zu Problemen.

Sind die Regeln im Tool hinterlegt, werden DFM-konforme Fertigungsdaten ohne Mehraufwand erzeugt, da Verstöße sofort sichtbar sind und sogleich behoben werden können. Zusätzlich lassen sich Designs mit unterschiedlichen Regelsätzen auch für die Fertigung auf zwei unterschiedlichen Produktionslinien prüfen, sollte eine Alternative (Second Source) erforderlich sein.

Bild 3: Im DRC Browser eingeleiteter Regelsatz macht DFM-Verstöße sichtbar. Klickt man in der Liste auf einen Fehler, springt man sofort zu diesem Teil im Design.

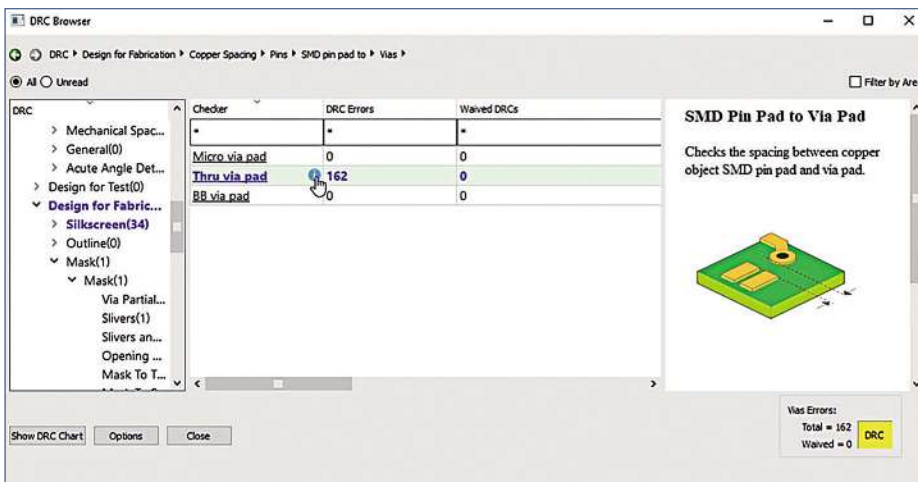


Bild: FlowCAD

Das DFM-Portal reduziert Hersteller-Rückfragen

Die Anzahl an Rückfragen aus der Fertigungsvorbereitung des Leiterplattenherstellers steigt mit der Komplexität der verwendeten Technologien. Zu diesen Rückfragen kommt es erst, wenn die Produktionsdaten den Leiterplattenhersteller erreichen, also zu einem späten Zeitpunkt im Design-Zyklus. Bei der Eingangsprüfung in der CAM-Abteilung des Leiterplattenherstellers wird geprüft, ob sich die Daten für die Fertigung eignen und anschließend werden die Fertigungsdaten für die Produktionsmaschinen aufbereitet. Wenn festgestellt wird, dass die Daten nicht zum Fertigungsprozess passen, ist eine Rückfrage beim Designer erforderlich, da der Leiterplattenhersteller nicht einfach die PCB-Daten ändern darf. Diese zusätzlichen Zyklen lassen sich durch das DFM-Portal vermeiden.

Der nicht unübliche Fall ist, dass der Einkauf des OEM bei einem EMS die komplette Leiterplatte inklusive Bestückung und Test bestellt. Kommen nun von Seiten der CAM-Abteilung Rückfragen zur Leiterplatte, dann erfolgt diese Rückfrage zuerst beim EMS, der wiederum mit dem Einkäufer spricht und der Einkäufer kontaktiert intern den Layouter. Bei vielen Firmen ist die direkte Kommunikation des Leiterplattenherstellers mit dem Layouter nicht gewollt, da alle Vereinbarungen schriftlich zum Auftrag gehören. So geht die Kommunikation oft hin und her, bis die erforderlichen Regeln zum Layouter gelangen.

Der Layouter kann anschließend die Änderung entsprechend der Vorgaben umsetzen, muss sich diese aber erst von seinem

Bild 4: Jeder Fehler ist im DRC Browser für das bessere Verständnis beschrieben und auch grafisch dargestellt.

Weg per E-Mail-Anfrage. In der Portal-Maske des Leiterplattenherstellers kann der Bearbeiter die Regeln für die unterschiedlichen Technologien entsprechend der Anfrage schnell mit den hinterlegten, fertigungsabhängigen Regeln zu einem individuellen DFM-Regelsatz kombinieren.

Den Leiterplattenhersteller unterstützt das Portal bei der Regelverwaltung, damit er nicht für jedes Projekt alle Werte manuell zusammenstellen muss. Ein Export des gesamten Regelwerks für ein Design erfolgt in eine einzige Datei. Dieser Datensatz kann mit direkter Kommunikation per E-Mail oder FTP an den Kunden versandt werden. Damit kommt es nicht mehr zu fehlenden Werten oder gar zu Tippfehlern bei der manuellen Eingabe auf Seiten des Kunden.

Cadence speichert weder die Daten der Anfrage noch die erzeugten DFM-Regeln.

Somit können auch Daten, die der Geheimhaltung unterliegen, sicher ausgetauscht werden.

DesignTrue DFM-Regeln automatisch prüfen

Für den Layouter bedeuten die Design for Manufacturing-Regeln eine erhebliche Erleichterung. Die DFM-Regeln sind in fünf Kategorien gegliedert: Outline, Mask, Annular Ring, Copper Spacing und Silkscreen. Die Regeln in der Kategorie Kupferabstände prüfen beispielsweise alle möglichen Kombinationen von Abständen, wie z.B. Pin zu Pin, Pin zu Pad, Pad zu Leitung, usw. Die unterschiedlichen Abstände sind wichtig, damit es beim Ätzen sicher zu Freistellungen zwischen den Elementen kommt und fertigungsbedingte Kupferreste später nicht zu Kurzschlüssen führen. In den anderen Kategorien

Entwickler freigeben lassen und eine neue Version des Re-Designs erzeugen. Dieser Ablauf für eine Rückfrage aufgrund einer nicht bekannten DFM-Regel kann von einigen Tagen bis im schlimmsten Fall zu einigen Wochen dauern. Bis neue Produktionsunterlagen zur Verfügung stehen, verzögert sich die Produktion der Leiterplatten. Wenn sich dadurch Projekte verspäten, entstehen zusätzliche Kosten, da Aufträge dann per Express in die Produktion gehen. Das ist durch die DFM-Prüfung vermeidbar.

Fazit: Mit einer Prüfung in Echtzeit während des Layoutens kommt es zu deutlich weniger Beanstandungen bei der Dateneingangsprüfung in der CAM-Abteilung des Leiterplattenherstellers und somit zu weniger zeitraubenden Rückfragen. Die Anzahl der fertigungsbedingten Re-Designs, Anpassungen und Freigaben wird deutlich reduziert. Da alle Beteiligten die Daten standardisiert austauschen, wird die Kommunikation verbessert und fehlende Werte bzw. falsche manuelle Einträge vermieden. Die Speicherung der fertigungsbezogenen Daten in nur einem File ermöglicht die Vielzahl an Regeln komfortabel zu verwalten.

Die Nutzung des Portals ist sowohl für Anwender als auch für Leiterplattenhersteller kostenfrei. Weder die Daten einer Anfrage

Bild: FlowCAD

Rules Setup	
File	CDN6_CHEL_MC2_DTRigid_MASK.tcfx
Units	Mils
Accuracy	2
Company Code	CDN6
Site Code	CHEL
Manufacturing Class	IPC Class 2
Design Technology	Rigid
Mask	Enabled
Layers/Weight	External : 0.5 oz

Mask Rules		
Rule	External Mask Value	Rule Info
Mask ▶ Slivers	3.00	Mask Slivers(Min Spacing width)
Mask ▶ Slivers angle		Mask Slivers(Min Angle)
Mask ▶ Islands	0.50	Mask Islands
Mask ▶ Opening on shapes		Mask opening on Shapes
Mask ▶ Mask To Trace	3.00	Trace to Mask Opening
Mask ▶ Mask To Shape	3.00	Shape to Mask Opening
Exposed etch	2.00	Exposed Etch
Exposed etch area	12.00	Exposed Etch Area

Bild 5: Ausschnitt der DFM-Regeldefinitionen im Portal-Bereich des Leiterplattenherstellers.

noch die erzeugten DFM-Regeln werden von Cadence gespeichert. Mit guten Produktionsdaten lassen sich Rückfragen bzw. Projektverzögerungen vermeiden, Produktions-

abläufe werden verbessert und Kosten eingespart. // KU

FlowCAD

**ELEKTRONIK
PRAXIS**

ISSN 0344-1733

www.elektronikpraxis.de

ABONNENTENSERVICE

DataM-Services GmbH
Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg
Tel. +49-931-41 70-4 62, Fax -4 94
vogel@datam-services.de, www.datam-services.de

REDAKTION

Leser-, Redaktionservice:
Tel. +49-931-418-2333
fachmedien@vogel.de

Chefredakteur:
Johann Wiesböck (jw), Tel. -30 81

Redakteure:
Michael Eckstein (me), Tel. -30 96
Sebastian Gerstl (sg), Tel. -30 98
Hendrik Härter (heh), Tel. -30 92
Gerd Kucera (ku), Tel. -30 84
Thomas Kuther (tk), Tel. -30 85
Margit Kuther (mk), Tel. -30 99
Kristin Rinortner (kr), Tel. -30 86

Freie Mitarbeiter:
Anna-Lena Gutberlet (ag),
Richard Oed (ro)

Redaktionsanschrift:
München: Neumarker Str. 21, 81673 München, Tel. -30 87, Fax -30 93
Würzburg: Max-Planck-Str. 7/9, 97282 Würzburg
Tel. -24 77, Fax -27 40

Konzeption/Layout: Alexandra Geißner, Tel. -27 36

**ELEKTRONIKPRAXIS ist Organ des Fachverbandes
Elektronik-Design e.V. (FED). FED-Mitglieder erhalten
ELEKTRONIKPRAXIS im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.**

Unternehmens- und Firmennamen:
Unternehmens- und Firmennamen schreiben wir gemäß Duden wie normale Substantive. So entfallen z.B. Großbuchstaben und Mittelinitiale in Firmennamen.

Kommunikationsdaten unserer Ansprechpartner:

E-Mail-Code: (bitte Schreibweise von Umlauten beachten): <vorname>.<name>@vogel.de; Telefon: +49-931-418-(4-stellige-Durchwahl)

SALES

Chief Sales Officer:
Benjamin Wahler
Tel. -21 05, sales@vogel.de

Auftragsmanagement:
Tel. -20 78, auftragsmanagement@vogel.de

MARKETING

Produkt Marketing Manager:
Christian Jakob
Tel. -30 78, customer@vogel.de

VERTRIEB

Bezugspreis:
Einzelheft 19,90 EUR. Abonnement Inland: jährlich 249,00 EUR inkl. MwSt. Abonnement Ausland: jährlich 280,20 EUR (Luftpostzuschlag extra). Alle Abonnementpreise verstehen sich einschließlich Versandkosten (EG-Staaten ggf. +7% USt.).

Verbreitete Auflage:
Angeschlossen der Informationsgemeinschaft
zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern –
Sicherung der Auflagenwahrheit.
Aktuelle Zahlen: www.iww.de

Datenbank:
Die Artikel dieses Heftes sind in elektronischer Form kostenpflichtig über die Wirtschaftsdatenbank GENIOS zu beziehen: www.genios.de



Impressum



Vogel Communications Group GmbH & Co. KG
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg
Tel.: 0931/418-0, www.vogel.de

Beteiligungsverhältnisse:
Persönlich haftende Gesellschafterin:
Vogel Communications Group Verwaltungs GmbH
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg
Kommanditisten:
Dr. Kurt Eckernkamp, Dr. Kurt Eckernkamp GmbH,
Nina Eckernkamp, Klaus-Ulrich von Wangenheim,
Heiko Lindner, Axel von Kaphengst

Geschäftsführung:
Matthias Bauer (Vorsitz)
Günter Schürger

Druck:
Vogel Druck und Medienservice GmbH
97204 Höchberg

Copyright:
Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

Nachdruck und elektronische Nutzung:
Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene Veröffentlichungen wie Sonderdrucke, Websites, sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften nutzen möchten, fordern Sie gerne Informationen über support.vogel.de an.