

生産コストを削減する 3次元コンポーネント

ウォルフガング・ジョン

LDS (レーザーダイレクトストラクチャリング)の技術は依然幅広い可能性を持ち続ける。MID (成形回路部品)アプリケーションが車で使用されるすべての配線ハーネスを代替することは困難だが、新しい機能を付加しながらワイヤリングハーネスの複雑さ、重さ、コストを劇的に削減することができる。10年以上にわたる開発とマーケティング活動に支えられ、MID技術は従来のコンポーネントを置き換えるだけでなく、独特な機能とレイアウトのまったく新しい世界の扉を開いていくはずだ。LPKF社のフュージョン3Dレーザストラクチャーは量産市場へのブレークスルーを可能にする新しい装置である。

これまでのレーザーダイレクトストラクチャリング (LDS)は主に生産性とコスト効率の高い3D-MID (3次元配線レーザー加工機)の中小規模の生産、あるいは一回限りの製品に使用されていた。LPKF社の新フュージョン3Dレーザシステムは造形時間とコストを約3分の1に削減して、MIDの量産をぐっと身近なものとした。

エレクトロニクスやメカトロニクス製品ではサイズの小型化と多機能化に向かう傾向は年々強まっており、特に自動車用においてはドライバー支援システムで必要とされるセンサーやモジュール (ワイヤリングを含む)の要求が増えている。しかし、これらの部品やケーブルの使用は車重の増加につながり、実際にBMW 3シリーズのワイヤーハーネスの重量は約30kgにもなる。また重量だけでなく、生産コストや取付コストも増加してしまい、その結果OEMビジネスと潜在顧客から敬遠されてしまうことにもなる。

通信技術分野のメーカーは自社の地位を維持するために、継続的に短期で新製品を開発しそれをマーケットに投入しなくてはならないという大きなプレッシャーがある。新製品はユニークなセールスポイントを多く持ち、他の多くの競合製品の中で際立たなくては

いけない。これは当然、前例のない機能を持つ新製品を製造できるMIDのような技術 (成形相互接続デバイス)に注目が集まる。そこがLPKF社のLDSテクノロジーであり、顧客の受ける恩恵の一つは信頼性の高い効率的で生産的な技術であり、二つ目は開発から量産までの大幅な時間の短縮である。

MIDによる機能性の向上

MIDは非常に小さいスペース内に3

次元プラスチック部品上で直接電子回路や電子部品を統合する。部品が見事に実装されるのでスマートフォンやノートブックにおいては狭いハウジング内にアンテナを直接取付けることができ多くのスペースが削減可能となった。このようにいくつかの機能を統合することによりコンポーネント数を少なくし、自動的に生産工程も減少する。これにより追加コストが削減でき、より高い品質の部品を作り出せることになる。

直接プラスチック部品上に電子回路を実装する方法はたくさんある。ホットスタンピングは部品上に薄くて柔軟性

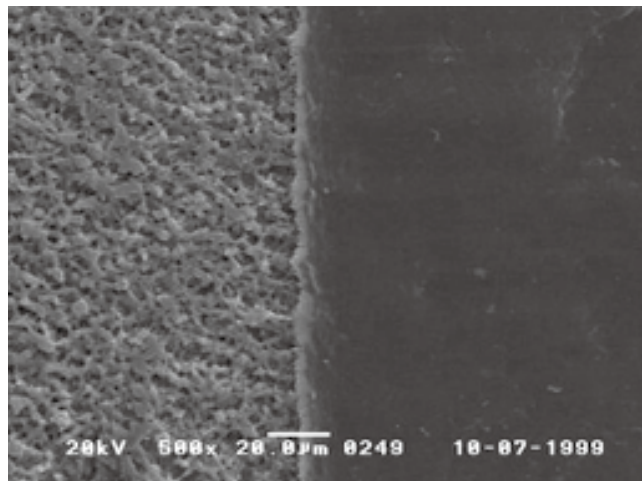


図1 レーザビームが粗面化し後に無電解槽内で金属化され活性化する構造(左)。



図2 シンプルな射出成形部品から3次元回路キャリアの組み立てまでの3つのステップ。

のあるフィルムを押し付ける様にダイを使用し、余計なフィルムはその後取り除かれる。この方法はシンプルで、広範囲な材料で利用されている。しかし問題はこの方法では高品質トラック、実際の3次元構造、および複雑な回路を作ることができない。2つの部品の射出成形法の動作だが、最初のポリマーは回路のキャリアを製造するために使用。2番目の金属化ポリマーは導電性トラックが配置されている領域だけに適用。この方法は3次元設計に大きな自由度をもたらすが、2つの射出成形用金型が必要とされるためにより高価な方法になってしまう。そのほかトラックの精度にも限界があり、製品化には比較的長い時間が必要となる。そして射出成形金型の開発だけでも、2カ月程度の期間が必要とされる点が課題である。

多くの領域で利用されるレーザーはMIDにおいてもその柔軟性の高さを武器に、斬新なオプションや発想をもたらす。サブストラクティブ法は必要なくなったメタル層をレーザーで取り除き、そしてそれに続きエッチング工程用のレジストを取り除く。この方法ではレーザーの長時間露光と大きな金属化表面が

必要とされることがむずかしい点だ。

LDS

LPKF社が特許を取得したレーザーダイレクトストラクチャリング(LDS)の手法は技術的、経済的に多くの利点がある。

LDS法ではレーザー照射により化学反応を起こす金属重合体添加物と共にドーピングされた熱可塑性ポリマーを使用する。このポリマーにレーザーを照射すると金属核が形成されるが、この金属核表面は凸凹があり強固なめっき結合が実現する。次に無電解めっきによる配線化が行われ精密な配線が作られる。その後必要に応じ、銅めっき、ニッケルめっき、金めっきなどが行われる(図1)。

すべてに高い柔軟性、速度、解像度、精度といったレーザーの特徴が、プロセス中で全て発揮される。もし回路を再構成しなくてはいけない場合、必要なのはレーザーユニットに供給する新しい制御データだけである。これで一つの基本的なコンポーネントで異なった機能を持つ様々な部品を作成することが可能になる。つまりレーザーにより描画される回路の設計を変えるだけでいいのである。

そして、これらの制御データは生産

時に変更できるため、企業は非常にコスト効率の高い方法で中小規模の生産が可能になる。小ロットの製品を生産する事でさえ経済的、技術的にまったく問題はない。試作から量産への過程が短く安価で市場の需要変化に迅速に対応できるのである(図2)。

LDS法はすでに多岐にわたるアプリケーションで利用されている。もっともよく知られているのは高機能携帯電話、PDA、ラップトップPCなどで使用される複雑な構造のアンテナである。他にも微小サイズの医療技術製品、圧力センサー、さらにデジタルの鉄道模型レイアウト用カップリングシステムでもLDS法はその強みを見せている。

LDS技術は、自動ボリューム認識、BMW Z4用ステアリングホイールスイッチ、BMW K1300バイク用ハンドルバークリップ、シートアジャスター、スイッチングキャビネットモジュール、自動車空調調節用太陽センサーなどと一緒にピペットシステムの製造に使用されている。そして現在は、多層LDSコンポーネント製造の研究が熱心に行われている。

より小さく、よりスマートに

小さなスペースにより多くの機能を集約することが今、通信業界で常に望まれている。LDS法のおかげで現在一つの携帯電話に最大12個までアンテナを実装できるようになった。小ロットまたは中型の生産規模と比較して、大量生産をする携帯電話の製造はより高いスループットが要求されている。

フュージョン3Dレーザシステムは精巧に作られた花崗岩のベースプレート上に配置された4本のレーザヘッドが同時に7つの位置で動作する。これにより従来システムに比較してスループットを4倍向上させ、加工時間を最大75%減らすことができる。さらに最高品質の部品製造において描画時に部品を回転させる必要がなくなったことで部品加工の精度が高まった(図3)。

このレーザストラクチャーは手動で供給されるコンポーネントには動作が速過ぎるため、必要なスループットで正確に動作させるためには2つのロボットが必要となる。そのシステムは多くの問題もなくコンポーネントを毎年数百万製造する事ができる。また同時に単位当たりのコストを大幅に削減することができる。

フュージョン3Dシステムのレーザは65 μ mのビーム径を持っており、150 μ m幅、200 μ m間隔のトラックを製造するのに適している。そのシステムは焦点を最適化する事と異なるレーザ光源を使用する事により細かな構造を生成する事ができ、他のMID製造システムの限界を超えることが可能となった。

すべての生産パラメータは、いつでも使用できる様にシステムによって保存されている。レーザストラクチャーに付属の標準ソフトウェアは、サイクルタイムを最適化するため、それぞれのレーザヘッドに制御データを分配する。ロボットフィーディングシステムと組み合わせる事で、速度と精度、及び高い水準の再現性が保証され、同時に人件



図3 MID成型回路部品レーザ加工装置(LPKF Fusion 3D laser structuring unit)。

費とアイドル時間を最小限におさえることができる。フュージョン3Dレーザシステムは24時間、週7日の連続稼働用として設計されている。これは大量生産能力を持つ高い柔軟性、効率性と短期間での市場投入時間を融合し、他の多くのアプリケーションにとって有益な特徴を持っている。そして基本的なコンポーネントは熱可塑性樹脂で作られているため、このレーザはレーザプラスチック溶接用としても使用する事ができる。もちろんLPKF社はレーザプラスチック溶接専用機も持っている。

成長市場の将来性

このシステムはソフトウェアベースの生産システムのため、新製品製造と

は単に構造化ファイルを変更する事を意味する。このため製造が簡素化できアイドルタイムも最小となり工場生産能力が最適化され、関連する設備投資もより低くできる。LPKF社のマイクロライン3Dやフュージョン3Dレーザシステムは将来の市場向けに最適化された装置である。これらの装置は1回限りの製品から大量生産品まで柔軟に対応することが可能で、3次元に対応するこのシステムは設計者の創造力を高める。そしてそれが自由な設計が行える環境を生み、さらに高い生産性が実現できる事になる。そのため全製品のコストを削減できメーカーの利益も上がる。LDSは組立済みプリント回路基盤と他の部品の削減も可能にし、組立工

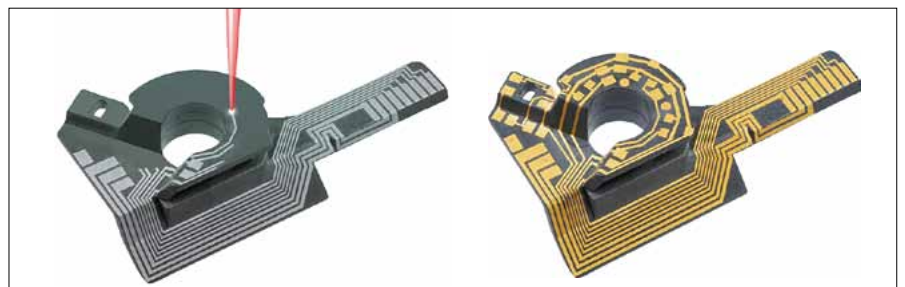


図4 構造レイアウトは直ちにコンピュータで調整され、即座に部品へ反映される。



図5 LDSシステムは簡単に既存の部品製造にも適応ができる。

程をなくすことによりさらに高速化と安価な生産工程を実現する。MID技術の利点は多機能を要求されるマーケットでは特に価値が高い。それゆえ現在生産されているMIDの54%は通信システムに使用されている。ついで自動車17%、医療関連13%、セキュリティ関連8%となっており、高い専門性・技術性を要求されるマーケットでよりMIDに対する高い関心があることを示している。

デザインの階段

設計エンジニアの仕事を簡素化するため、LPKF社はNEXTRAというMIDモジュール内でLDSへのダイレクトインタフェースを利用可能にした。これにより3次元射出成形部品を容易に設計することができ回路や電子部品を垂直に配置できる。LPKF社のソフトウェアには利用可能なアプリケーションの1つとして3Dルーティングツールを含んでおり、3次元CADデータを利用し描画プロセスに必要な適切な制御データを作成する(図4)。MIDを設計するにあたり、いくつかを注視すべきルー

ルがある。LDSに直接適用される設計ルールはパラメータのフレームワークを明らかにし、回路のレイアウトを助ける。これらはLPKF社のウェブサイトより無償でダウンロードでき、お客様がコンポーネントのレイアウト段階でも、最初から最後までLPKF社のLDS専門家がアシストをしている。

LPKF社のレーザシステムのコンセプトはマーケットで大きく受け入れられた。特に携帯電話用3次元アンテナを製造するためのレーザシステムとして6百万ユーロ以上の大量受注があった時には注目を浴びた。これは月並みの製造技術が急速に追いやられていることを示している。ある顧客はLDS技術を使用して2千万台以上の携帯電話用アンテナを生産したという報告があった。すでに設置されているフュージョン3Dレーザシステムはアンテナ生産能力を年間1億台以上まで高めた。インゴ・ブレットハウワー博士(LPKFレーザ&エレクトロニクスAG 最高経営

責任者CEO)は現在ハイエンド機種に提供されているLDS技術は、今後ますます中堅機種にも急速に利用が拡大すると予測している。2004年は1970万ユーロであったMID技術の市場は2009年には7000万ユーロを超えてきた。またLPKF社のLDSの技術の市場全体の50%以上を占め、特に全体ではアジアにおいて大きな成長が見られる。現在、LPKF社製のLDSシステムの4分の3は中国で稼動している。

MIDの大きな可能性

LDSは新しい機能を可能にするだけでなく、新製品の新しい外観にも影響を与える。RoHA指令は特定のポリマーを使用することにより規定を満たすことができ、リサイクルもプリント回路基板よりはるかに容易である。もし同建家内ですべての工程が完了するのであれば、メーカーは時間の浪費と高価なジャストインタイム管理及び収入管理をなくする事もできる。LDSは自動車業界で非常に重要である。なぜならばエンジニアは最も効率的で省スペースな方法でエレクトロニクスとメカニクスを統合する必要があるからだ。他には、UWBアンテナモジュール(Ultra Wide Band: 超広帯域)、MIMO(多入力多出力)デバイス及びGPSやSDARSのような人工衛星サービスなど、広範囲のアプリケーションでも今後はLDSの利用が期待されている(図5)。

著者紹介

ウォルフガング・ジョン(Wolfgang John)は、LPKFレーザ&エレクトロニクスAG社のLDSにおけるシニアコンサルタント。