

# EPS用ECU製造ラインの構築

長 田 修二郎 ・ 片 柳 和 幸

## 1 はじめに

KYB トロンデュール(株)では従来からあるラインで少量多品種が行なわれていたが、先般KYBより電動パワーステアリング用エレクトリック・コントロール・ユニット（以下ECU）を、年間で約20万個生産との計画が示されたため、これに対応する専用生産ラインを構築するに至った。本報では、新設した専用ライン及び、専用ラインの敷設に必要な新工場を紹介する。

## 2 要件

納期遵守とその品質を確保するために、新工場設立によって作業環境づくりを行う必要がある。

製品仕様による新しい技術や取り組みを反映した、設備導入とその品質評価を実施し、工場、ライン(図1)の構築を図る。

### 2.1 静電気対策

一般に電子部品は静電気に弱いので、設備及び作業員が帯電しない対策として、実装エリアと組立エリアにおいては加湿機能付き加圧空調の設置と、受入部品庫を含めた導電フロアの敷設を行う。

### 2.2 コンタミ対策

製品は微細部品の集合体であり、微小なコンタミが重大な品質不良につながる恐れがある。「作業員への意識付け」も含め、実装エリアと組立エリアをクリーンルームのクラス乱流式<sup>注1)</sup>とし、コンタミの持込み、及び発生を徹底して排除する。

### 2.3 物流の整流化

製品の入庫から部品供給、実装・組立、梱包、出荷までを直線にした物流の整流化を行い動線に無駄が発生しないようにする。

### 2.4 新技術の確立

大電流を流すための接合技術や、その他自社で量産実績のない設備の導入と品質の確立を行う。

注1) 部屋の壁や天井に清浄空気を発生させる装置を組

み込み、そこから吹き出した清浄化エアが室内を浄化する仕組み。

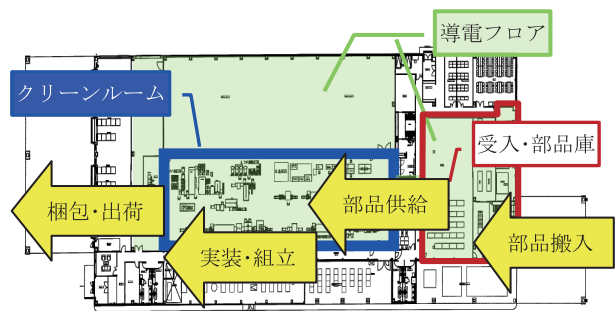


図1 工場フロア平面図

## 3 新工場概要

新工場の敷地面積は約27,300㎡、床面積は約5,200㎡で、既存工場近郊に建設した(図2、写真1)。



図2 工場近郊の鳥瞰図



写真1 工場全景

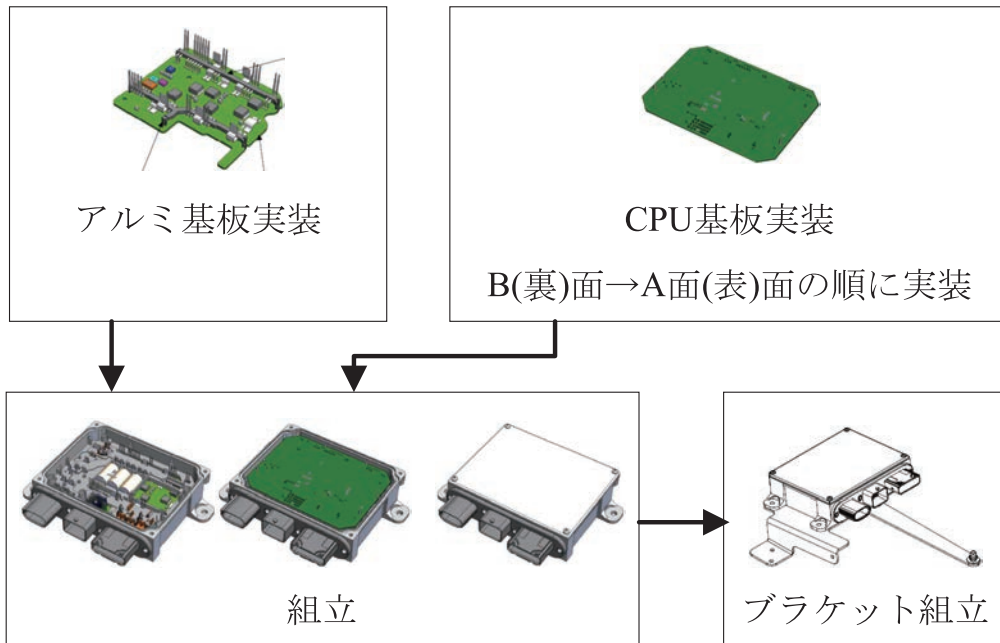


図3 生産ライン概要

#### 4 生産ライン概要

ECUを生産するラインは、アルミ基板実装ラインとCPU基板実装ライン、組立ライン、ブラケット組立ラインで構成される（図3）。

#### 5 導入設備について

今回の新工場設立に伴い、搬送系含め多くの設備を新規導入した。これらの設備については大きく分けて3種に区別される。

##### 5.1 大電流制御ECUに伴う新技術設備

今回のECUでは高出力モータを駆動するシステムとなっており、ECUは大電流制御が必要となる。

大電流制御のECUを実現させるにあたり電気回路の構成部品としてバスバー<sup>注2)</sup>が組込まれ、このバスバーと接続されるサブバスバーをアルミ基板へ自動実装する「サブバスバー自動挿入機」や、バスバーを接合するための「溶接機」（全4機）、パワーMOS-FET<sup>注3)</sup>の放熱を確保するためのボイド対策を目的とした「真空リフロー炉」がこれにあたる。

##### 5.2 従来経験のない設備

コンタミ対策として、実装前の基板に付着しているコンタミを除去する「基板クリーナ」や、既存工場では作業者が手作業で行っていたトレーサビリティの自動化への取り組みとして、バーコードリーダーによる履歴管理のためのQRコードを基板にマーキングする「レーザーマーカ」、バスバーやコネクタのはんだ付けを部分的に行う「部分DIP槽」等がこ

れにあたる。

##### 5.3 従来から保有する技術の設備

残りは、はんだ印刷機や実装機、リフロー炉、ローダー等、従来から保有する技術の設備を導入した。

注2) 主に電気関連の部品で、電動体として機能する金属製の棒を指す語、母線=BUSとして用いられる棒=BAR。

注3) Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect-Transistorの略で、大電力を取り扱うように設計された電界効果トランジスタの一種で、外部から電圧を加えることで電流の流れを制御する。

#### 6 主要設備3種について紹介

大電流制御を行うECUに伴う新技術設備として、アルミ基板実装ラインへ導入のサブバスバー自動挿入機と真空リフロー炉、組立ラインへ導入した溶接機の計3種の設備について紹介する。

##### 6.1 サブバスバー自動挿入機

この装置（写真2）は基板上に表面実装部品を搭載するための設備で、装置内部に装着ヘッドを持ちリール部品を取り付けたフィーダやトレイから部品を吸着、位置決め、搭載を行う装置である。この設備の特長である、荷重をかけながら部品搭載する機能を使用し、サブバスバーの自動挿入を行う。

サブバスバーはその複雑な形状のため（写真3）、専用のメカチャックを製作したが、1回の挿入動作で3か所あるロックピン全てを基板に挿入することは不可能であった。そこで最初の挿入は仮挿入を行



写真2 サブバスバー自動挿入機

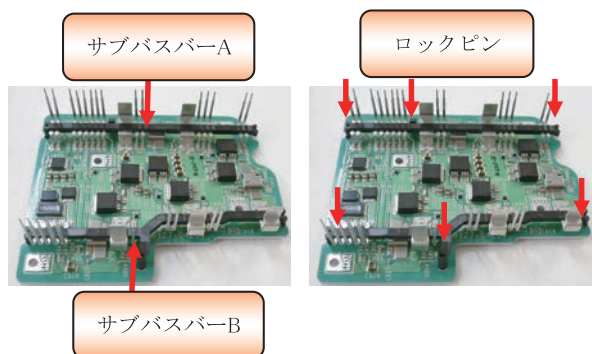


写真3 サブバスバー装着基板

い、ロックピンを指定の位置に位置決めをするだけとし、次に空挿入動作をさせることでサブバスバーのロックピン3か所を押し込み、サブバスバーの浮きをなくし自動挿入を可能とした。

### 6.2 真空リフロー炉

真空リフロー炉の導入目的はアルミ基板上に搭載されたパワーMOS-FETのはんだ付け部に発生するボイド（気泡）対策となる。通常の窒素リフロー炉の場合、はんだ領域にボイドが発生してしまう。

パワーMOS-FETは発熱するため、アルミ基板を介し放熱ベースへ熱を逃がすが、このボイドが熱伝導を阻害し放熱性を悪化させる。この真空リフロー炉を使用し、はんだ溶融時に15秒ほど減圧することにより、ボイドの発生を1%以下に抑制することを可能とした（写真4）。

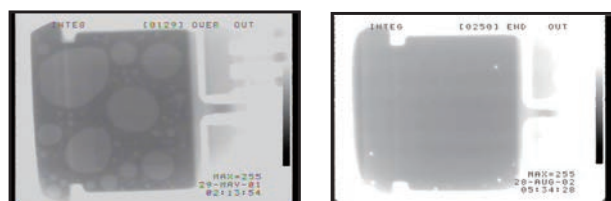


写真4 パワーMOS-FET X線比較写真  
従来リフロー炉（薄色の円形部分がボイド）  
真空リフロー炉（ボイドの発生なし）

写真4 パワーMOS-FET X線比較写真

### 6.3 溶接機

溶接の設備は、TIG溶接機が2台、抵抗溶接機1台、溶接外観検査機1台の合計4台となる（写真5）。溶接については今まで、当社では経験のない作業となっており、設備はKYBグループで内製し、条件や品質の検証は関係部門と共同で行い量産に至っている。

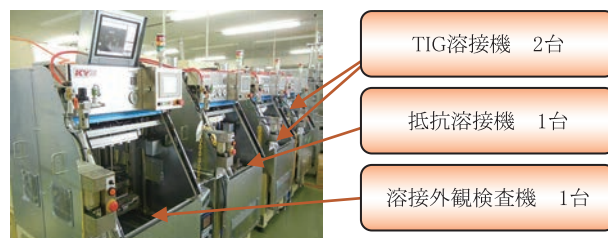


写真5 溶接機写真

#### 6.3.1 TIG溶接機

TIG溶接機は、タングステン電極を使って母材との間にアークを発生させ、その熱で母材を溶かして接合する（図4）。基本的に他の回路への電流の回り込みがないため溶接個所の制約が緩いが、アーク放電を安定させるため、専用のアルゴンガスを必要とする。本製品の溶接個所は複数あり、2台構成にて目標のサイクルタイムを実現している。

今回のTIG溶接については「マイクロ溶接」というジャンルに該当し、KYBグループ内でも量産経験がない分野となっている。

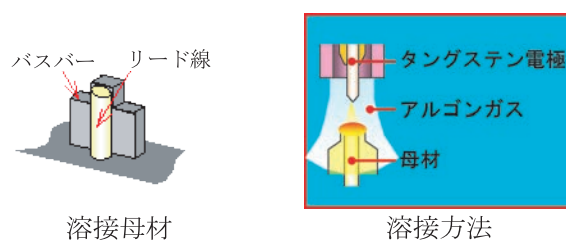


図4 TIG溶接概要

#### 6.3.2 抵抗溶接機

溶接したい母材に電流を流しジュール熱を発生させてその母材を溶解させ、それと同時に加圧することによって接続する溶接方法である（図5）。母材間に電流を流すため、電流の回り込みを考慮する必要がある。TIG溶接に比べ専用ガスが不要で安価に溶接ができる特長がある。本機は装置内に2つの溶接ヘッドを搭載し、ヘッド1では銅母材の端子接合を行い、ヘッド2では銅端子とCP線（銅線入り銅めっき線）の異材接合を行っている。



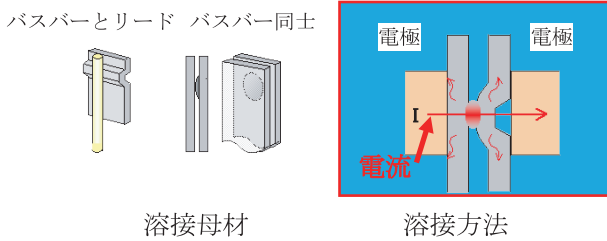


図5 抵抗溶接概要

## 7 結果

当初の生産予測計画に対し、受注数量の変動が激しく、月毎の生産量に合わせたサイクルタイム設定と人員配置を実施し可動率、サイクルタイム等の目標値評価を行った。全ての項目について目標を達成できたが、引き続き更なる向上を目指し改善活動を行っている。

## 8 まとめと今後の課題

これまで経験のなかった新技術を含んだ新工場、

新製造ラインの同時構築であったが、大きな設備トラブルの発生もなく、ほぼ計画通りに生産対応が行われた。今後、更なる生産性向上を目指して、設備調整だけでなく部品メーカー等を巻き込んだ品質改善活動を進行中である。

今回の実績により、設備に対する重要なポイントや配慮すべき点等、ノウハウを蓄積することができ、作業性や可動率向上を製造側観点から設計部門に発信し、より作り易い製品を目指していく。

## 9 おわりに

KYBグループからの協力も得られ、短期間での新規工場の設立やそれに伴う新規設備72台の導入、その設備の調整、加工された製品の品質評価等を経て、計画通り2013年4月より量産を開始することができた。

最後に本立ち上げに携わり多大なご支援くださいました社内外の関係部署の方々に、厚く御礼申し上げます。

## 著者



長田 修二郎

2012年入社。KYBトロンデュール(株)生産技術部。EPS用ECUの主に実装関連設備の量産立ち上げに従事。



片柳 和幸

2011年入社。KYBトロンデュール(株)生産技術部。EPS用ECUの主に組立関連設備の量産立ち上げに従事。