

七十七ニュービジネス助成金受賞

第20回(平成29年度)

企業  
インタビュー

Interview

## 東北マイクロテック 株式会社

代表取締役 元吉 真氏



### 会社概要

住 所：仙台市青葉区荒巻字青葉6番地6-40  
T-Biz203  
設 立：平成22年  
資 本 金：9.3百万円  
事業内容：半導体デバイス製造業  
従業員数：16名  
電 話：022(398)6264  
U R L：<http://www.t-microtec.com/>

## 当社独自のLSI三次元積層 技術を応用し、解像度と処理 速度を飛躍的に向上させた医 療用X線パネルを開発

今回は「七十七ニュービジネス助成金」受賞企業の中から、東北マイクロテック株式会社を訪ねました。当社は、東北大学発のベンチャー企業です。最先端の三次元積層技術を使ったLSIにより半導体デバイス等の開発・製造を行います。当社の保有するLSIバンプ接合技術を活かして、従来より解像度と処理速度を高めた医療用X線パネルを開発、平成30年の生産開始を目指します。当社の元吉社長に、会社設立の経緯や事業内容等について伺いました。

### ——七十七ニュービジネス助成金を受賞された ご感想をお願いします。

何度か応募してやっと受賞できたので喜びはひとしおでした。応募書類の作成やプレゼンを通じ、当社の技術を専門外の方にご理解いただく大切さ、分かりやすく説明することの難しさに気付くことができました。受賞後は大学関係者を中心にお祝いの言葉をいただき、受賞した実感を持つことができました。いただいた助成金は、装置の修繕費に使用させていただきました。

### 東北大学発ベンチャー

#### ——起業に至った経緯について教えてください。

私は東北大学大学院工学研究科で修士課程修了後、1982年(昭和57年)から大手電気メーカーの半導体事業部門でSRAM(通電中はデータが消えず随時読出し・書込みできるメモリ)という電子機器デバイスの開発をしていました。非常に高速で動作し、スーパーコンピュータやサーバーに使われていましたが、消費電力が大きく集積度(集積回路の1個あたりに組み込まれた処理能力)を上げることが難しいという課題がありました。そのため、電源を切ってもデータが保持でき、高速でしかもSRAM

より集積度があげられる可能性のあるメモリの半導体回路の実用化研究を始めました。半導体回路は金属薄膜を20層ほど重ねる構造ですが、従来のLSIに混載することが困難でした。理由はLSI製造プロセスでは300度という高温が必要ですが、半導体回路は高温に耐えられず劣化してしまうからです。従来のLSIの欠点を解決するため、三次元LSIの開発をしたいと考え2010年4月に起業し、当社を設立しました。



T-Biz内本社兼研究室

### ——経営理念についてお聞かせください。

「世界的視野で継続的な技術革新を行い、人類の更なる発展に貢献できるような製品の創製を追求する」です。具体的には、私の目指す「インスタントオン」を実現させるということです。

どういうことかと言いますと、私は学生時代から飛行機が大好きで、以前飛んでいる飛行機を撮影しようとした際にデジカメの起動から撮影までの時間がとても長く、ベストのタイミングで撮影することができず悔しい思いをしたことがありました。また職業柄、セミナーや講演会でプレゼンをしてきましたが、パソコンを起動させて資料を開くまでに30秒から1分はかかります。光の速度で電子は対応することが可能であるはずなのに、なぜこんなにも電子機器の起動は遅いのかと考えていました。「インスタントオン」とは電子機器の電源を入れると瞬時に起動して作動するということですが、それまでは不可能でした。私は長年、電子機器デバイスの開発に

携わり「インスタントオン」を可能にさせるものが三次元LSIだとひらめきました。三次元LSIの開発設計を行うことが私の仕事で、その成果が世界中に広がっていくことを目標としたのです。

## T-Micro

Advanced 3D-IC & MEMS Technologies

当社ロゴ

### 半導体デバイス製造会社

#### ——事業内容について教えてください。

当社は、最先端の積層型三次元集積技術を有する半導体デバイス製造会社です。三次元LSIの開発とそれを活用する試作品製造を行っています。積層型三次元集積技術とは、電子機器の基板内で接続する配線や微細な複数のチップ（半導体を用いた集積回路）に圧をかけて何層にも接着するマイクロバンブ接合等の新技術のことです。

#### ——三次元LSIについてお聞かせください。

そもそもLSIとは、大規模集積回路のことを言い、メモリや演算回路、制御回路、入出力回路、センサー回路、増幅回路等の回路ブロックから構成されています。電子機器の基板にメモリを集積させることで低消費電力の大容量メモリを搭載した高速演算処理システムになり、電源をオフにすると直前のシステムの状態が記憶され、オンにすると瞬時にシステムが復帰する、というものです。

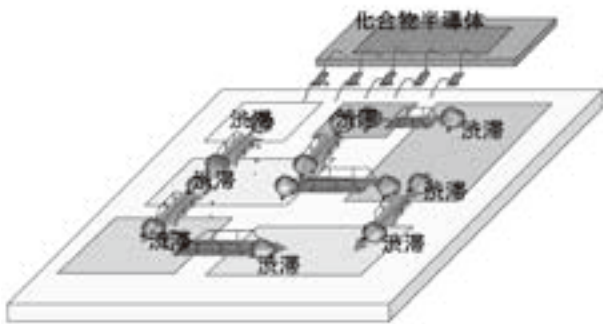
LSIは通常1個のチップの中に多くの回路ブロックを入れたプロセッサやマイクロコントローラーが搭載されており、チップの多機能化や高速化を目指して開発されてきました。しかし、回路規模が大きくなるとチップ面積は増加し、回路ブロック間の数ミリメートルの比較的長い配線でのデータの遅延、電力消費が問題でした。

データの流れを車の流れに例えると、回路ブロックを1つの町としてこの町の間を川が流れており車の通る橋があるとします。〈図1〉

## 従来のシステムLSI

長い配線

回路ブロック間をつなぐ配線数を増やせない



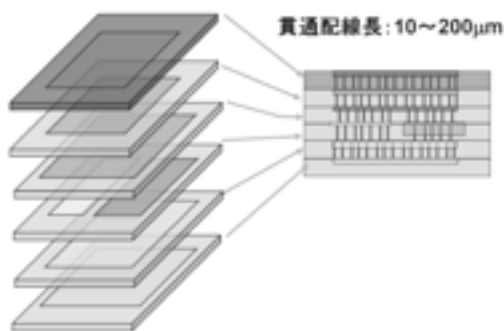
従来のLSI〈図1〉

交通量の多い時間帯はこの橋及びその近傍で渋滞が発生し、同時にアイドリングで無駄なエネルギーを消費します。データの流れも同じでこの回路ブロックを接続する長い配線（橋）で渋滞し、無駄なエネルギーを消費します。

しかし、三次元LSIは回路ブロックを構成する部分を別々に切り離し、重ねて、チップ間を貫通する配線で接続できる構造を持ったLSIです。〈図2〉の「三次元LSI」のような構造にすると回路ブロック間の配線の長さは、切り出したチップの厚さになり効率の良いエネルギー消費となります。

## 三次元化したシステムLSI

短い多数の貫通配線で  
回路ブロック間を接続



三次元LSI〈図2〉

三次元LSIのチップはシリコンの上部5/1,000ミリメートルの厚さまでしか使用しません。それ以上の厚さは機械的強度を保つために厚くしているだけなので理論的には5/100ミリメートルぐらいまで薄くすることが可能です。しかし実際には強度、加工時の欠陥、熱伝導を考慮して厚さは決められています。それでも従来のLSIは横に配線を繋ぐため配線の厚さ分はどうしても厚くなります。しかし、三次元LSIは縦に配線を繋ぐため強度が高まり従来のLSIより薄くすることができます。また、回路ブロック間の接続配線数も多く取れるため、並列にデータを送れるようなシステム構成になっていけばデータ処理速度は非常に高速になります。逆に処理速度をあまり上げないような設計であれば、消費電力が下がるのでエネルギー効率の良いLSIといえます。その上〈図2〉から分かる通り、チップの面積が小さくなります。さらに基板等に高周波の音響機器等のデバイスも積層できるため更なる多機能化が実現します。

以上の点から三次元LSIは従来のLSIと比べ、(1) 数倍以上の高速化 (2) 半分以下の消費電力 (3) 小型化 (4) 異種デバイスの積層による多機能化が可能となりました。しかしチップを重ねるには、細かな調整や手作業が生じるため製造コストが大幅にかかります。そこで当社では三次元集積技術等の製造コストを抑えるため独自の技術を確立しました。

——より具体的な事業内容について教えてください。

当社では、今後のIT需要の拡大に呼応して、従来のチップに高性能・高機能・小型化・省電力化といった新しい機能を付加し、当社が技術開発で得たノウハウの提供、サンプル供給、技術相談、部品試作請負、コンサルティングサービスを行います。またバイオデバイスとして、研究用の脳プローブ（脳波を受信する検査器）の開発や製造、販売を行っています。

## 独自の集積技術

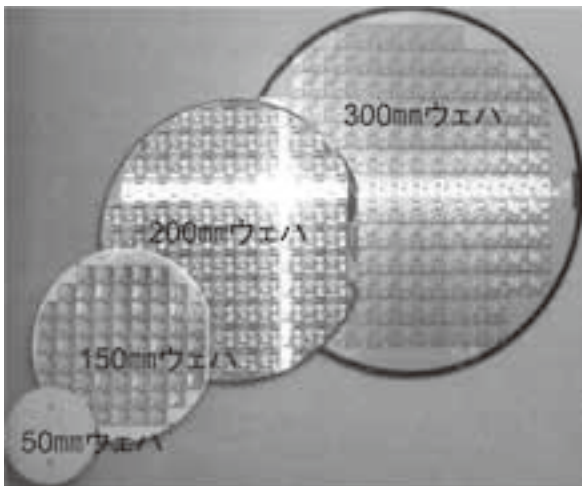
——三次元集積について教えてください。

三次元積層技術は (1) LSIの表と裏を結ぶ貫通配線の形成、(2) 薄厚チップ形成 (3) チップ間

の位置合わせ (4) チップ間を電氣的に接続するバンプの形成、(5) チップの接着の基本技術から構成されています。

当社は技術顧問で東北大学未来科学技術共同センターの小柳教授の研究されている技術と協力のもと、三次元積層のための先進的な技術を独自に開発しました。

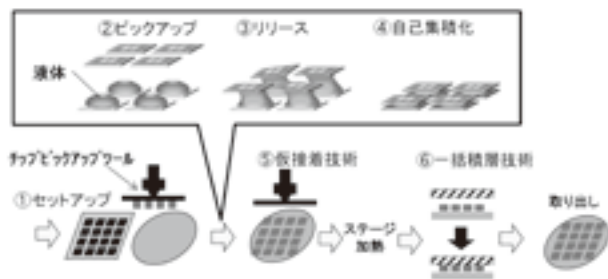
まず、三次元LSIの製造コストを削減するためにも、多数のチップを高速で同時に処理する必要があります。チップを半導体製造の材料であるシリコンのウェハ上に並べ、これを高速で一括集積します。当社の技術では、数秒程度の短時間でウェハ全面にチップを並べ、これらを同時に加熱圧着することができ、この工程のタイムロスを大幅に削減することができます。これが自己集積化技術です。



ウェハ

具体的には、〈図3〉のようなプロセスで行います。

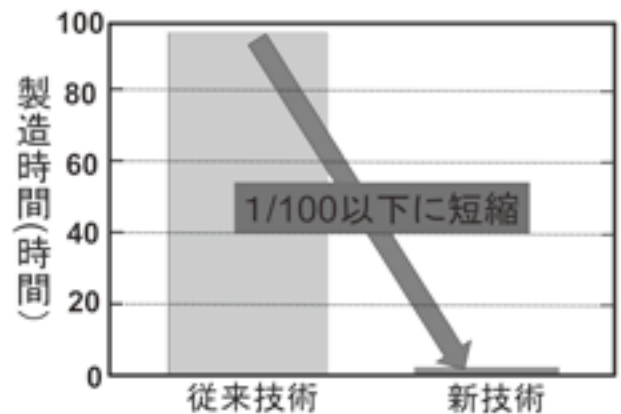
- (1) 自己集積化プロセス①～④
- (2) 仮接着技術⑤
- (3) 一括集積技術⑥



自己集積化一括積層プロセス 〈図3〉

当社の集積化技術は (1) 自己集積化プロセスの際に使います。ウェハに親水性と疎水性の領域をつくります。シリコンは疎水性ですが、酸化すると親水性になります。水滴を親水性領域の上に滴下し、そこにチップを乗せると水滴の上を自由に動きます。あとは液体の表面張力によりウェハ上で自動的に整列するようになります。誤差は1/1,000ミリメートルほどです。この技術が確立するまでは、この作業を機械で1個1個のチップを適所に合わせて置いていくものでした。時間がかかる上に20/1,000ミリメートルほどの誤差が生じます。

〈図4〉は従来の方法と自己集積化技術を用いて行ったチップ間の位置合わせの作業時間の比較の図になります。



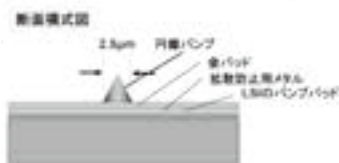
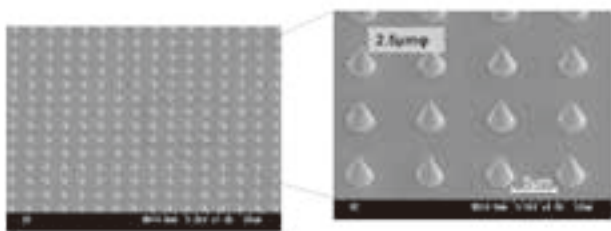
従来技術と本技術の作業時間の比較 〈図4〉

現在、半導体製造で主流の300ミリ径ウェハで作られるチップの位置合わせの作業時間を図にしています。チップのサイズによって時間の差はできますが、1.5ミリ×1.5ミリチップでは作業時間が約2倍も改善します。この集積化技術でコストの削減が可能となりました。

この後、チップは静電気によって吸着し固定され、加熱することによって一括で接合されます。

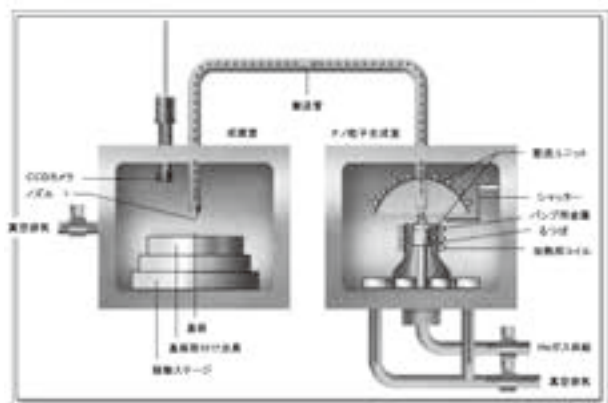
### ——LSIバンプ接合技術について教えてください。

当社の技術には、これまで説明してきた自己集積化技術と回路ブロックの接合部分に電極を使用し、金属の突起物「バンプ」を付け接合するLSIバンプ接合技術があります。



バンプ

当社は0.002ミリメートルの微細で強度の高いマイクロバンプ接合技術を開発しました。通常は円柱型のバンプを使用しますが、当社では円錐のバンプを使用しています。円錐のバンプはつぶれやすいので、位置合わせでの多少のズレや接合部分のわずかな凹凸があってもそれを吸収し、接合することができます。円錐の形を形成するには特殊な技術が必要です。バンプを加熱すると少しずつ金属が蒸発していきます。通常は真空中で行いますが、その際に少量のガスをバンプ形成装置に注入し、ガスの流れにそって金属の粒子を飛ばすことで円錐の形に形成されます。

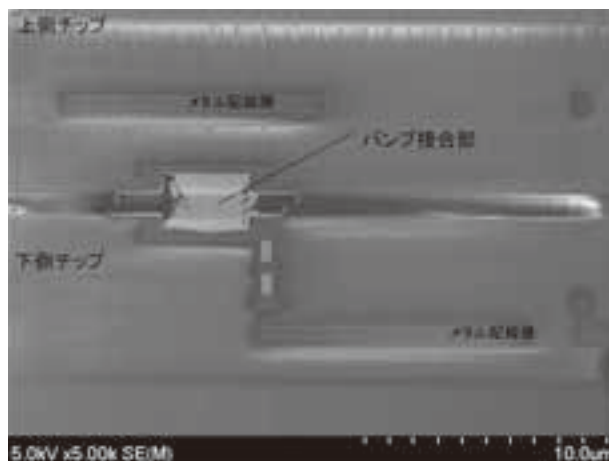


円錐バンプ形成装置の仕組み

当社の自己集積化技術とLSIバンプ接合技術を合わせることによって、配線の長さは10~200マイクロメートルに抑えられ、従来のLSIより面積・消費電力が半分以下、なおかつ処理速度の飛躍的な

向上を実現しました。

この製造技術は特許を取得して当社独自の技術として保有しています。



円錐バンプを使った接合例

今回評価いただいた医療用X線パネルの開発はその集積技術を活かして行いました。

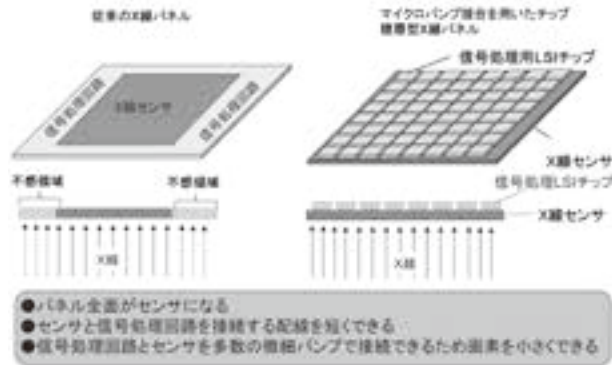
## 医療用X線パネル

——開発した医療用X線パネルについて教えてください。

開発のきっかけは、アメリカで開催された展示会に参加したことでした。当社のブースを見学したアメリカのベンチャー企業が、当社の技術を活かした医療用X線パネルの開発を依頼してきました。従来のX線パネルはX線センサーLSIと信号処理回路LSI間の長い配線のためデータの遅延やノイズが生じていました。当社の集積技術を応用することにより、センサーと回路の集積によりパネル全面にセンサー機能を持たせ、かつセンサーと回路を多数の短い配線で接続できるため、①従来の10~100倍の解像度、②ノイズ減少によるクリアな画像、③従来の5倍以上の高速処理、④大画面パネルの製作コスト削減が可能となりました。このX線パネルにより、従来のものより格段にクリアな画像が高速処理で見られるので、治療の正確性・効率性の向上が期待できます。

また、画質等を上げる必要のない場合には、X線量を少なくすることができるので、患者や医療従事者への被ばく線量の減少が実現し、医療現場の環境

改善につながります。



医療用X線パネルの仕組み

また世界のX線センサー等の市場は2017年9,000億円以上で、当社の積層処理技術はニッチな分野ですが、ビジネスチャンスとして、現在は米国向けにX線パネルを試作中です。今年中には少量ですが生産を開始する予定です。

## ニッチな分野で世界に

——今後の事業展開について教えてください。

医療分野ではX線センサー以外に目の網膜チップにも着手しています。人体の目の構造は三次元LSIと同じような仕組みになっています。網膜は電気刺激に反応します。例えば、目が見えなくなった人や犬に対して網膜チップを入れて電気刺激を与えると光を感じることができるようになります。

他分野では、次世代型の遠赤外線センサーの開発にも取り組んでいます。現在の液晶ディスプレイは

明るい場所では見えにくい構造になっていますが、遠赤外線センサーを使用したディスプレイを開発することで、明るい場所でも見やすいディスプレイになります。そういったニッチな分野で世界に進出し、いずれは独自の製品を創製していきたいと考えています。

## インスタントオン

——事業を行う上で大切だと思うことについてお聞かせください。

事業を行う上で1番大切なことは、「ブレない」ことだと考えます。環境の変化に対応して変わらなければならないこともあり、リスクマネジメントも必要です。しかし経営者の信念はブレてはいけません。私は何度か転職し、半導体デバイス会社として起業しましたが、一貫して半導体の開発に取り組んできました。その背景には、ずっとインスタントオンで高速のデバイスを創製していきたいという強い信念があったからです。今後もその信念に従い、事業を行っていきたいと考えています。



元吉社長

長時間にわたりありがとうございました。御社の今後ますますの御発展をお祈り申し上げます。

(30. 1. 10取材)



三次元LSIの応用分野