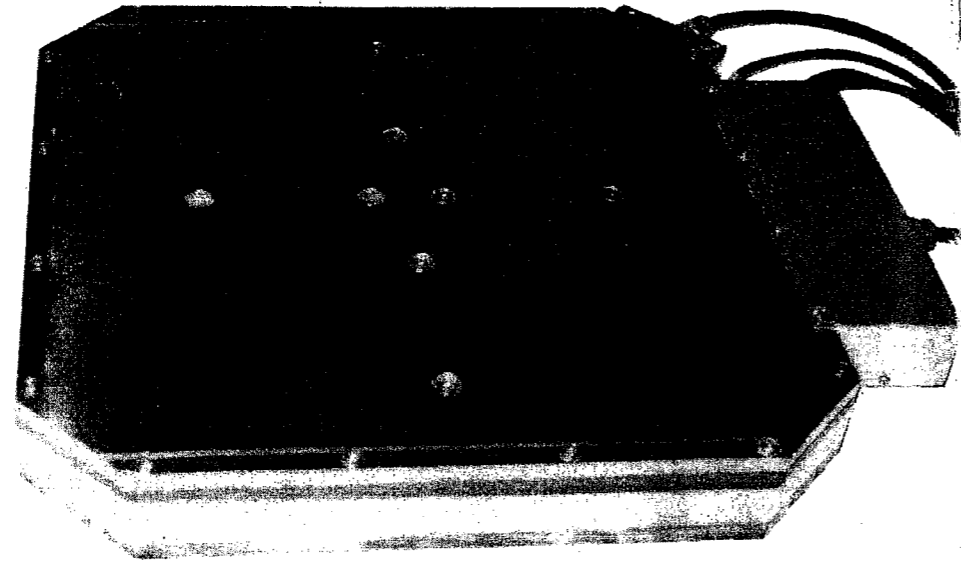


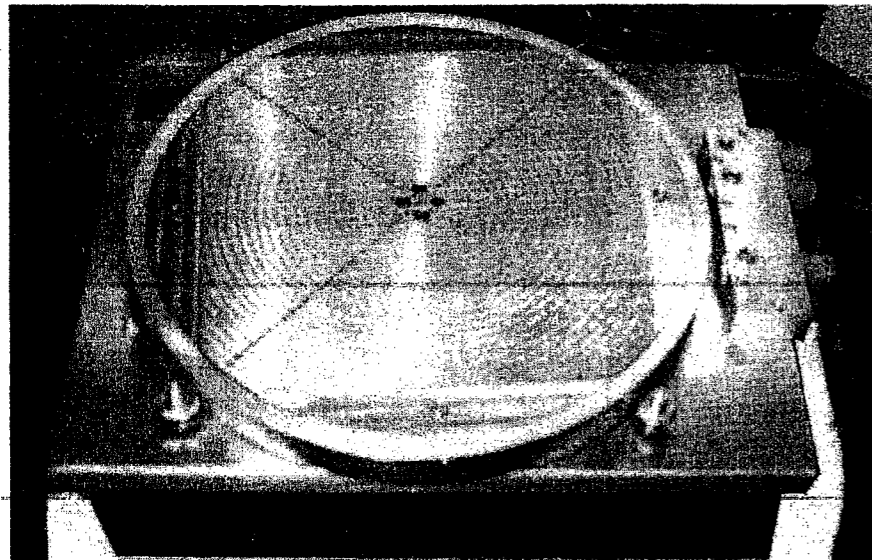
極薄物や微細形状物の保

エス・シー・エム
熊澤 通夫



□ 200mm 固定式冷凍チャック

冷凍チャック



90°回転式冷凍チャック=真空兼用型

題点があり、コストの低減、品質の向上という面での改善が求められていました。そのためには、粘着シート、接着剤、ダミー材を使用しないで工作物を保持することが必要です。

そこで、氷に着目し、その

凍結作用で工作物を保持する「冷凍チャック」を開発しました(カット写真参照)。

冷凍チャック開発の狙い

従来から行なわれている粘着シートや接着剤を使用した工作物の保持方法には、次のような問題点や改善要求がありました。

①極薄物(厚さ100 μ m以下のウエハ)の場合、取扱い時やチャッキングのときに破損が生じる。

半導体や電子部品の製造プロセスに、ウエハ(薄物工作物)からのチップ(小片)の切出し加工(ダイシング)や微細成形や溝入れ加工(スライシング)などがあります。この加工工程における工作物の保持は、通常、粘着シート(テープ)または接着剤により工作物をダミー材に張り付け、真空チャックやマグネットチャックに固定して加工を行なっています。

しかし、これらの方法には、後で述べるような問

持に適した

②反り(湾曲)や凹凸のある工作物でも、チャッキングによるひずみを生じることなく、その状態のまま保持したい(図1)。

③接着剤や粘着シートによる工作物の保持では、後工程として洗浄などが必要となり工数が掛かる。そのうえ、接着剤や粘着シートのランニングコストも高い。

④フルカット(工作物の完全切断)の場合は、接着剤や粘着シートまで切り込むことになる。電子材料は硬脆材がほとんどなので、フルカットをする場合は、硬軟の複合材の加工を行なうことになる(図2)。したがって、工作物と接着剤、または材料と粘着シートの接合部で大きなチップング(欠け)が発生する。

⑤接着剤や粘着シートを使った場合は、加工時にこれらが工具刃先に付着し、切れ味を低下させるため、加工性や能率の低下、工具寿命を縮めることになる。

⑥工作物の切り始めのとき(食込み時)や、切り終わりのとき(抜け際)に生じる工具の振れ、たわみによって、図3に示すようにカーフ幅(切りしろ)の変動が起こる。

冷凍チャックでは、これらの問題点を解決すべく、凍結媒体(凍結に使用する液体)の凍結により工作物を保持するとともに、冷凍による冷却作用により、接着剤や粘着剤およびシート(樹脂)を硬化させて

加工を行ないます。

このように、冷凍チャックはその凍結作用で工作物を保持し、高精度加工、加工能率の向上をはかることを狙いに開発されました。

冷凍チャックシステム

(1) 構成

図4に、冷凍チャックシステムの構成を示します。このうち冷凍チャック部は、現状では基本的に特注対応で製作しています。

写真1は、冷凍チャックとコントローラです。また、写真2にクーラント装置を示します。

(2) 凍結媒体

ユーザーからのいろいろな要望の中には、常温またはその環境に近い条件で使用したいという意見も

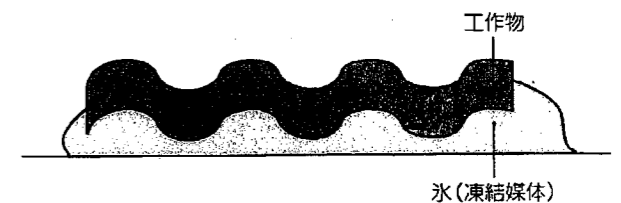


図1 冷凍チャックによる変形した工作物の保持

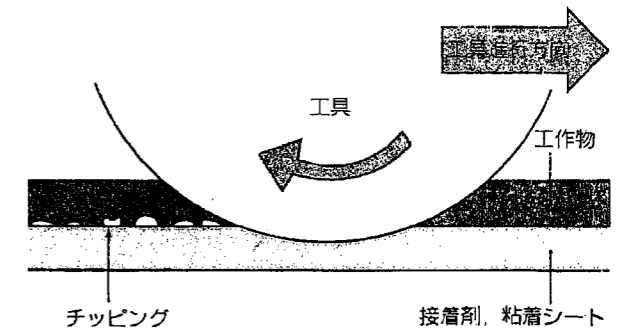


図2 工作物の接着剤、粘着シート保持によるフルカット

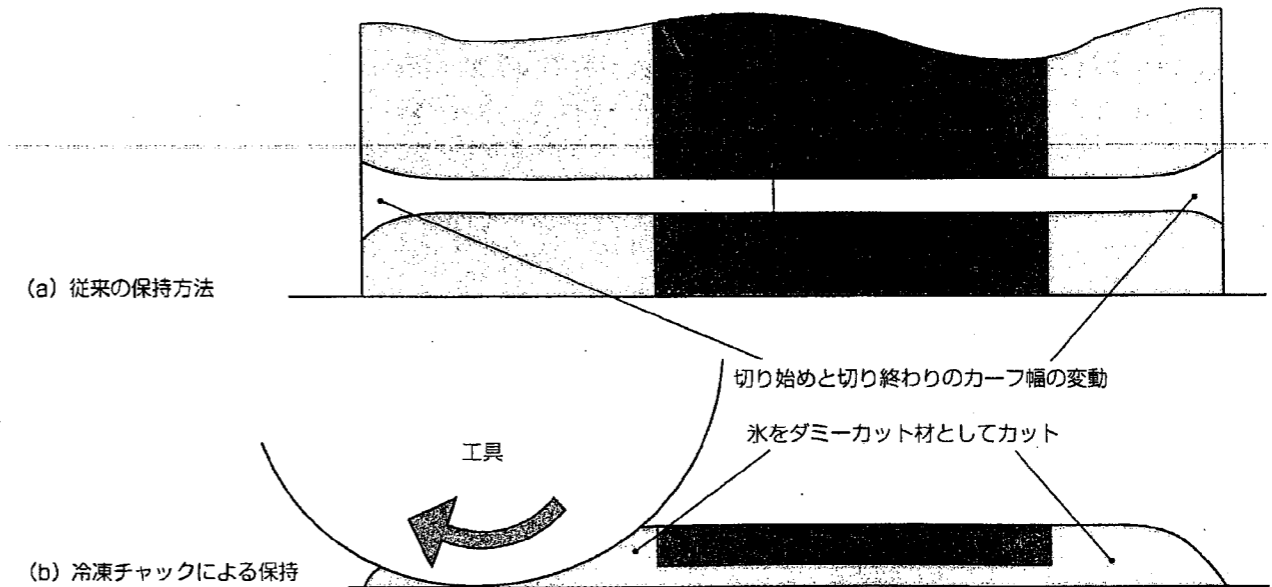


図3 切り始めと切り終わりに生じるカーフ幅の変動とその解決

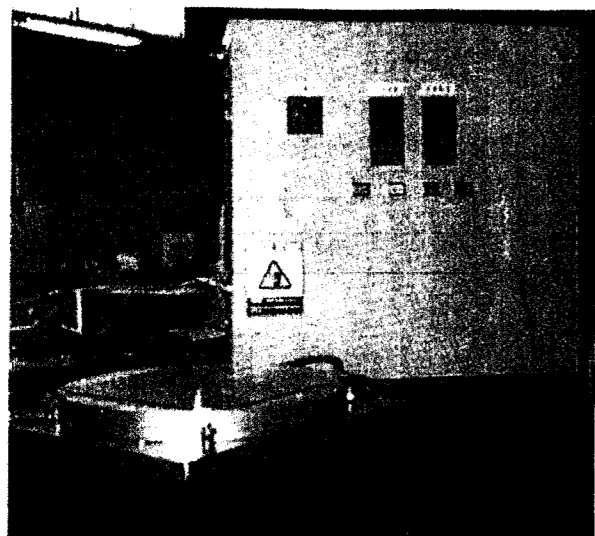


写真1 冷凍チャックとコントローラ

数多くあります。

そこで、凍結媒体についても高温で固形化するものの開発をすでに終了しています。さらに、強い保持力を持つ媒体も開発済みです。

この高温用媒体を使用する理由としては、以下が挙げられます。

①ある温度で水のように急激に固形化したり、ほぼ水と同じように液体化したりするので、取扱いがしやすい。

②機械加工時のクーラントは0℃以上で使用できるため、水溶性のものが使える。

③クーラントの低温化が必要ないため、チラー用経費が安い。

④切削水温が0℃以上の為、機械に対する悪影響が少ないという心理的な安心感が得られる。

(3) 凍結媒体の種類

冷凍チャックに使用する凍結媒体には、大別して次の3種類があります。

① 0℃以上で固形化する媒体

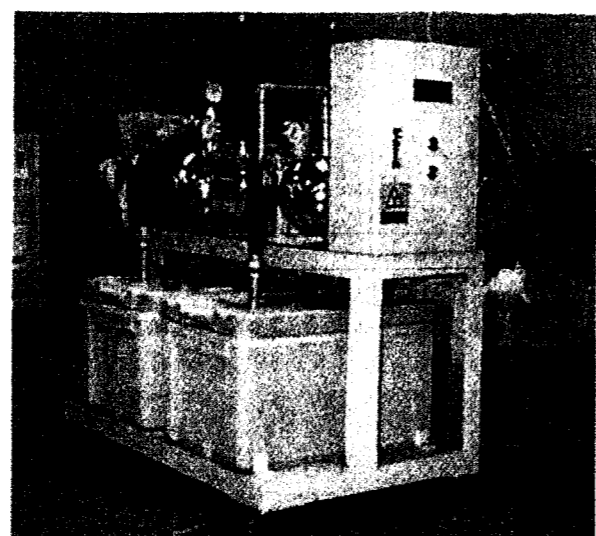


写真2 クーラント装置

W系(水溶性系)…MAX51℃他各種

A系(不水溶性系)…MAX90℃他各種
使用条件、環境条件、工作物材質との相性(濡れ性)により選択使用します。

②0℃以下で水と同等温度(-4℃)で凍結する媒体……凍結したときの硬さは硬く、保持力も大きく、重荷重加工および加工能率の向上に適します。

③水…良好です。但し、凍結時の不安定性があります。過冷却等

以上の各種凍結媒体、水および接着剤の温度特性を図5に示します。

(4) 使用クーラント

冷凍チャックで工作物を保持して機械加工を行なうときに使用するクーラントは、大別すると以下のようになります。

①水溶性液または水溶性液に少量の添加物……これをクーラント液として温度が0℃以上で使用するときは、高温用媒体との組合わせて使用します。

②不凍液……クーラントを0℃以下の液温度で使用するときは、低温用媒体と組合わせず。

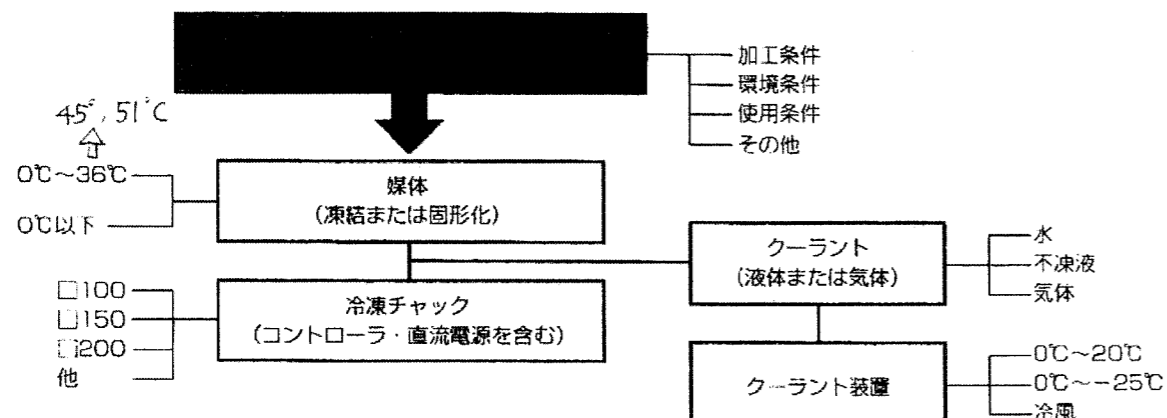


図4 冷凍チャックシステムの構成

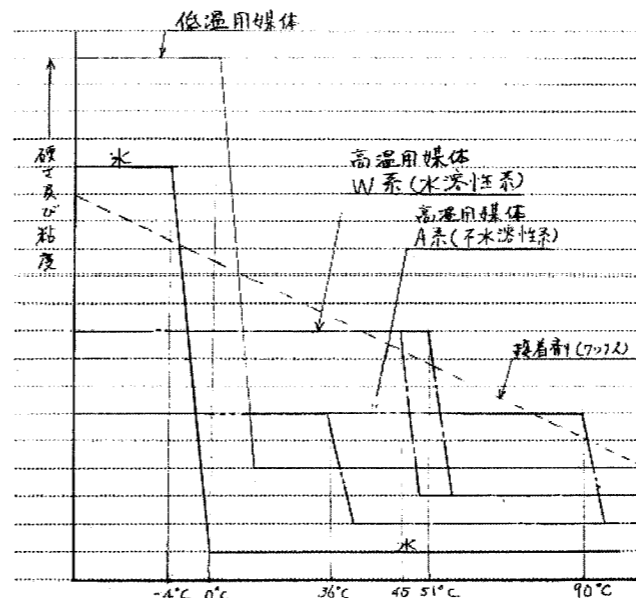


図5 各種凍結媒体、水および接着剤の温度特性

③冷風……乾式加工(ドライカット)でなければならぬときに使用します。

ただし、使用している媒体に対応した温度の冷風を供給、使用する必要があります。

そのため、各使用クーラントに応じて、それぞれ0~20℃用クーラント装置、0~-25℃用クーラント装置、冷風発生装置が必要になります。

(5) 凍結および解凍時間

凍結媒体の凍結および解凍時間は、

- ①工作物の熱容量
- ②チャックの冷却および加熱容量
- ③周囲温度(環境温度)

などで決まってきます。

ただし、解凍のほうが数倍~10倍程度速くなります。一例ですが、紙を水で濡らし、1℃より凍結するまでの時間は100~110秒でした。解凍時間は5秒以下です。

凍結を速くするには、工作物をあらかじめ冷却しておくなどの準備をしておくことと効果的です。

冷凍チャックの適用例

以下に、冷凍チャックの適用例を紹介します。

(1) マイクロレンズのフルカット

図6に示すように、紙(保水シート)を接着テープの代わりに用い、紙の中間厚さまで切り込み、フルカットを行いません。

その結果、裏面チッピングの低減、洗浄工程の低減をはかることができました。

(2) シリコンウエハのフルカット

図7に示すように、粘度のある媒体を厚く凍結させ、媒体の中間厚さまで切り込み、フルカットを行

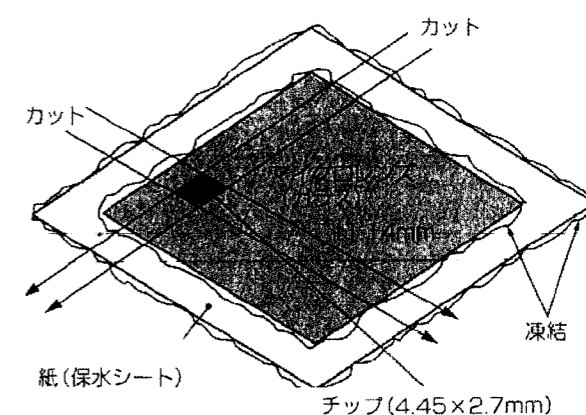


図6 マイクロレンズのフルカット

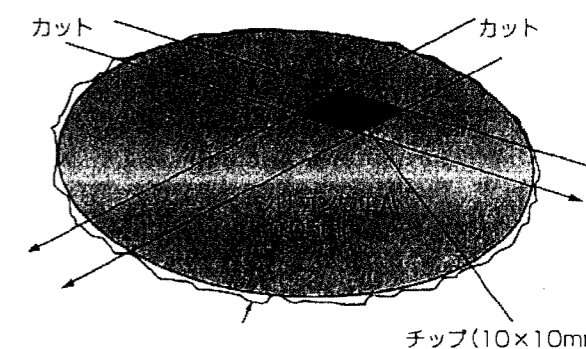


図7 シリコンウエハのフルカット

ないました。

その結果、裏面チッピングの低減、洗浄工程の低減、取扱い中の破損防止が実現できました。

(3) シリコンウエハのダイシング

写真3は、シリコンウエハのダイシングにおけるウエハの固定に際し、ダイシングテープのみで冷凍チャックを使用しなかった場合と、ダイシングテープなしで冷凍チャックを使用した場合の切断面の比較を示したものです。

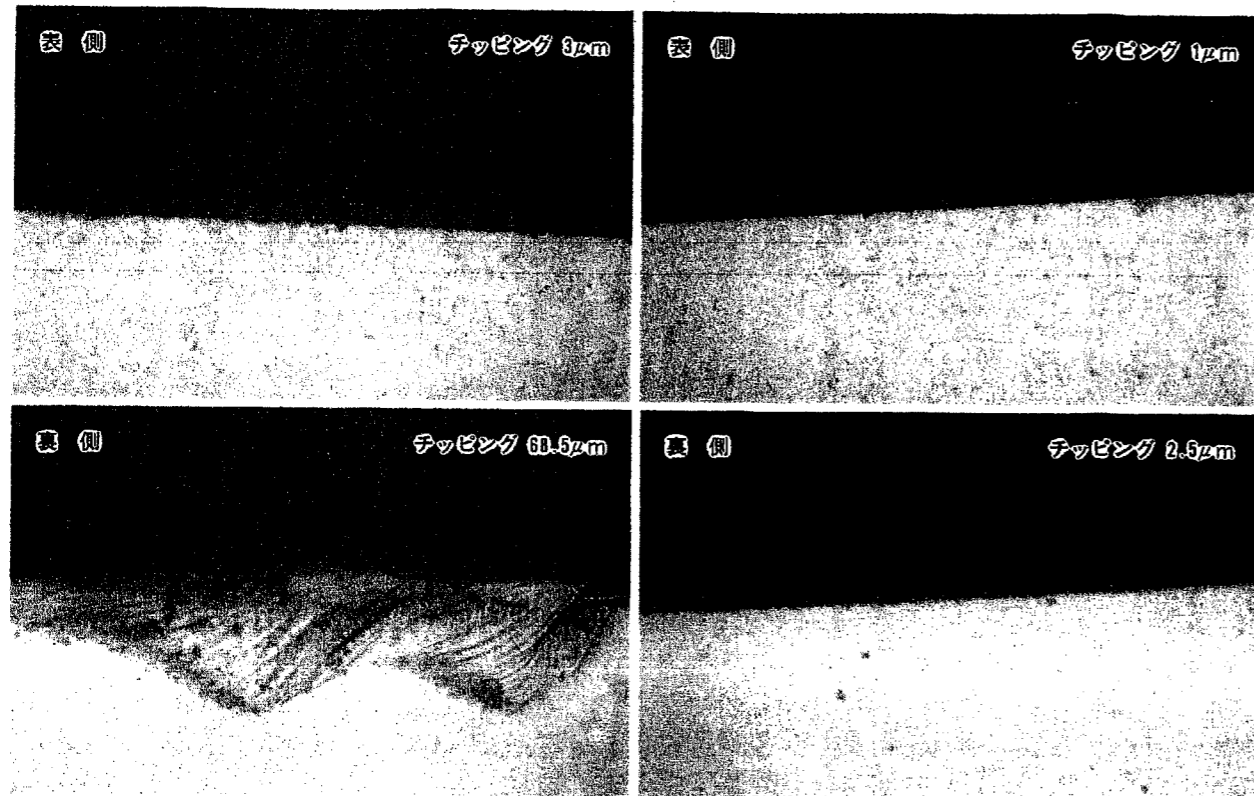
写真からもわかるように、シリコンウエハの切断面には、ダイシングテープのみの固定のほうが、冷凍チャックによる固定よりも大きなチッピングが生じています。

とくに、裏側には68.5μmの大きなチッピングが見られました。

(4) 微細中空穴を持つ工作物の切断

図8に示すような0.1x0.1mm角の微細中空穴を持つ工作物の切断に冷凍チャックを用いました。また、切断時には微細中空穴にも凍結媒体を注入しました。

その結果、微細中空穴部のチッピングの低減のほか、中空穴への切りくずの混入防止ができ、そのた



ダイシングテープのみで冷凍チャックを使用しない

ダイシングテープなしで冷凍チャックを使用

写真3 シリコンウエハのダイシング

め後の洗浄工程も不要になりました。

(5) 樹脂とセラミックスの複合材の平面研削

図9に示すような樹脂とセラミックスの複合材による工作物の平面研削に冷凍チャックを適用しました。その結果、砥石目詰まりの防止、加工能率の向上をはかることができました。5mm^t ⇒ 0.1mm^t

(6) ダイヤモンドスクライブ溝のある工作物の反対側への溝入れ加工

図10に示すように、ダイヤモンドスクライブ溝がある面を冷凍チャックで固定し、その工作物の上面にスライシング溝を加工するものです。

冷凍チャックを適用した結果、

- ・溝入れ加工時にスクライブラインから割れたり、はずれたりすることがない
- ・ひずみを生じない保持
- ・むりのない加工 (加工能率の向上)

が実現できました。

(7) 劈開性の大きい光学部品用ウエハのダイシング

図11に示すように、劈開性の大きい同ウエハ全体を凍結媒体で包むようにして冷凍チャックに固定して、ダイシングしました。

とくに、強力媒体を利用して保持力のアップをはかったため、劈開のないダイシングができ、合わせ

て加工能率の向上もはかることができました。

(8) 微小電子部品のダイシング

微小電子部品 (0.3 × 0.5mm) のダイシングに冷凍チャックを適用したことにより、

- ・強力凍結媒体利用による保持力のアップ
- ・加工能率の向上
- ・加工性アップ

をはかることができました。

(9) その他の適用例

①樹脂系の板材のカッティング……冷凍チャックの適用により、パリの生じない加工ができ、能率の向上および加工面の品質向上をはかることができました。

②アルミ材への深溝加工……幅0.2 × 深さ12mmの深溝加工に冷凍チャックを適用し、パリなし加工と加工能率の向上をはかることができました。

③アルミ薄板の平面研削……冷凍チャックによる冷却効果とひずみなし保持により、高精度の平面研削が可能になりました。

④粘着シートと冷凍チャックの併用……粘着シートを従来通り使用し、冷凍チャックも適用することにより、チッピングの低減と工具寿命の向上が実現できました。

⑤極薄シリコンウエハの平面研削……冷凍チャックによるシリコンウエハの周辺部の確実な保持により、厚さ100μmの極薄ウエハの平面研削が可能になりました。

以上、多くの冷凍チャックの適用例、テスト加工例がありますが、開発時の目的を満足する効果が実証されています。

また、当初は考えていなかった分野への適用もはかられています。

冷凍チャックの短所

冷凍チャックの利点や適用例などを紹介してきましたが、その一方で短所もあります。

すなわち、冷凍チャックは、液体を凍結することによって機能させるため、低温が必要であること、この低温域を常温の環境条件または加工条件 (加工による発熱) の中で維持していかなければならないことから、常に「解凍」という問題を内包していることです。

そのため、次のような関係を適切に選定する必要があります。

- ①凍結媒体の凍結温度
- ②クーラント液のノズルからの注水温度
- ③冷凍チャックの温度
- ④凍結媒体の保持力と加工抵抗とのバランス
- ⑤環境条件

したがって、冷凍チャックは通常の工作物保持方法のように万能ではなく、使用条件、環境条件などを含めて、検討および選定する必要があります。

* * *

冷凍チャックは、適用例でも紹介したように種々のニーズがあり、適用分野も拡大しています。冷凍チャックが持つ問題点や短所についても、ある程度の解決策も見出しました。今後も問題点が生じたら、これらの経験を踏まえ、冷凍チャックが有効に使用できるように、一件ずつ着実に解決していきたいと考えています。

また、この冷凍チャックの開発過程で痛感したことは、機械加工においては冷凍チャックのような取付具が、工具や工作機械に優るとも劣らない重要な役割を果たしていることです。

将来的には、極薄物や微細形状を持つ工作物がますます増えていくものと予想されますが、加工と同時に加工面性状や特性のレベルアップに、冷凍チャックが活用されることを期待しています。

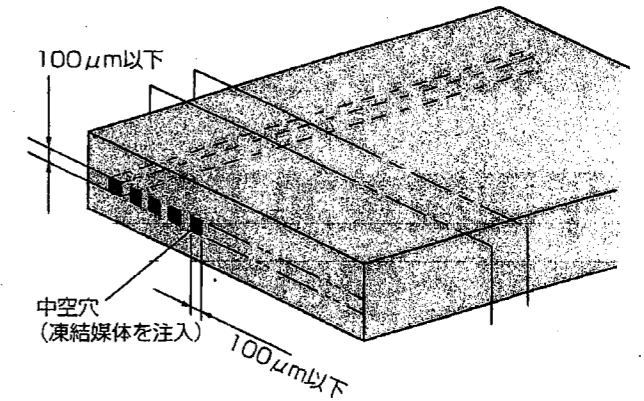


図8 微細中空穴を持つ工作物の切断

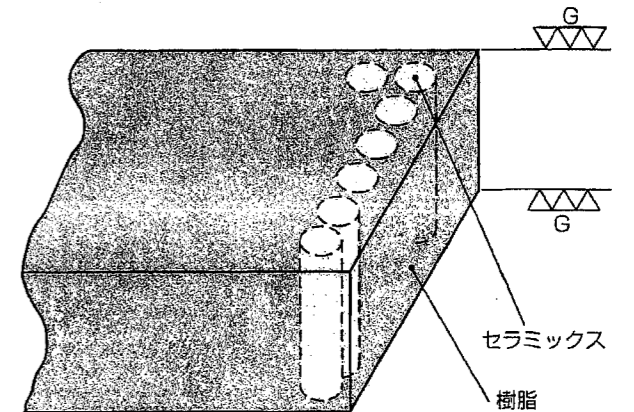


図9 樹脂とセラミックスの複合材の平面研削

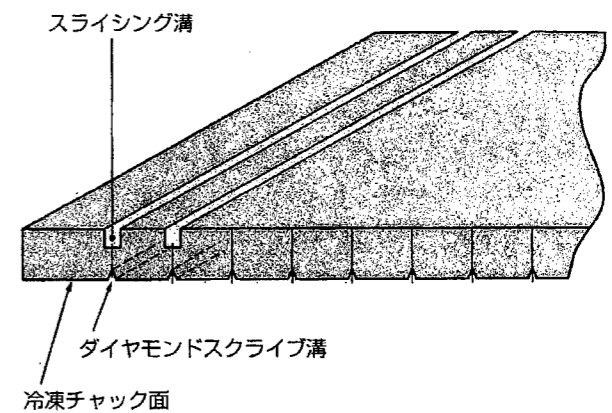


図10 ダイヤモンドスクライブ溝と反対側への溝入れ加工

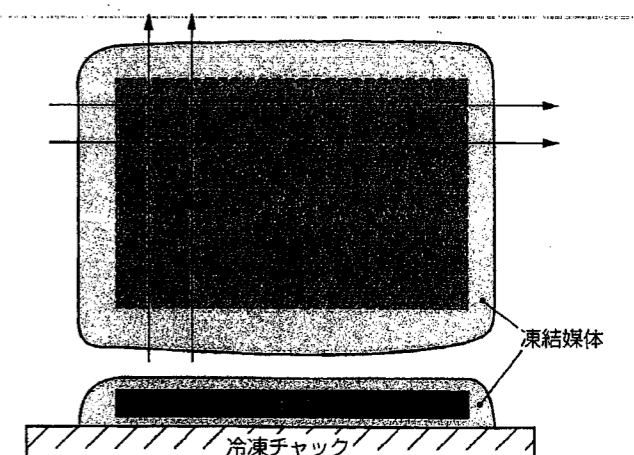


図11 劈開性の大きい光学部品用ウエハのダイシング