

# 技術説明会2024

2024年12月

## 将来の見通しについて

このプレゼンテーションに掲載されている当社の現在の計画、見通し、戦略、その他の歴史的事実でないものは、将来の業績に関する見通しであり、これらは現在入手可能な情報から得られた当社の判断に基づいております。

実際の業績は、さまざまな重要な要素により、これらの業績見通しとは大きく異なる結果となりうることをご承知おきください。

実際の業績に影響を与えうる重要な要素には、世界・日本経済の動向、急激な為替相場の変動ならびに戦争・テロ活動、災害や伝染病の蔓延等があります。

## 本資料の利用について

プレゼンテーション資料に記載されている情報の著作権は当社に帰属しており、無断での転載は禁じられています。本資料は各国の法律によって明示的に認められる範囲を超えて資料を使用・引用する場合、当社の文書等による承諾が必要です。

<https://www.disco.co.jp/>

# Hybrid Bonding ～Wafer-to-Wafer, Die-to-Wafer～

## 将来の見通しに関する注意事項

このプレゼンテーションに掲載されている当社の現在の計画、見通し、戦略、その他の歴史的事実でないものは、将来の業績に関する見通しであり、これらは現在入手可能な情報から得られた当社の経営者の判断に基づいております。

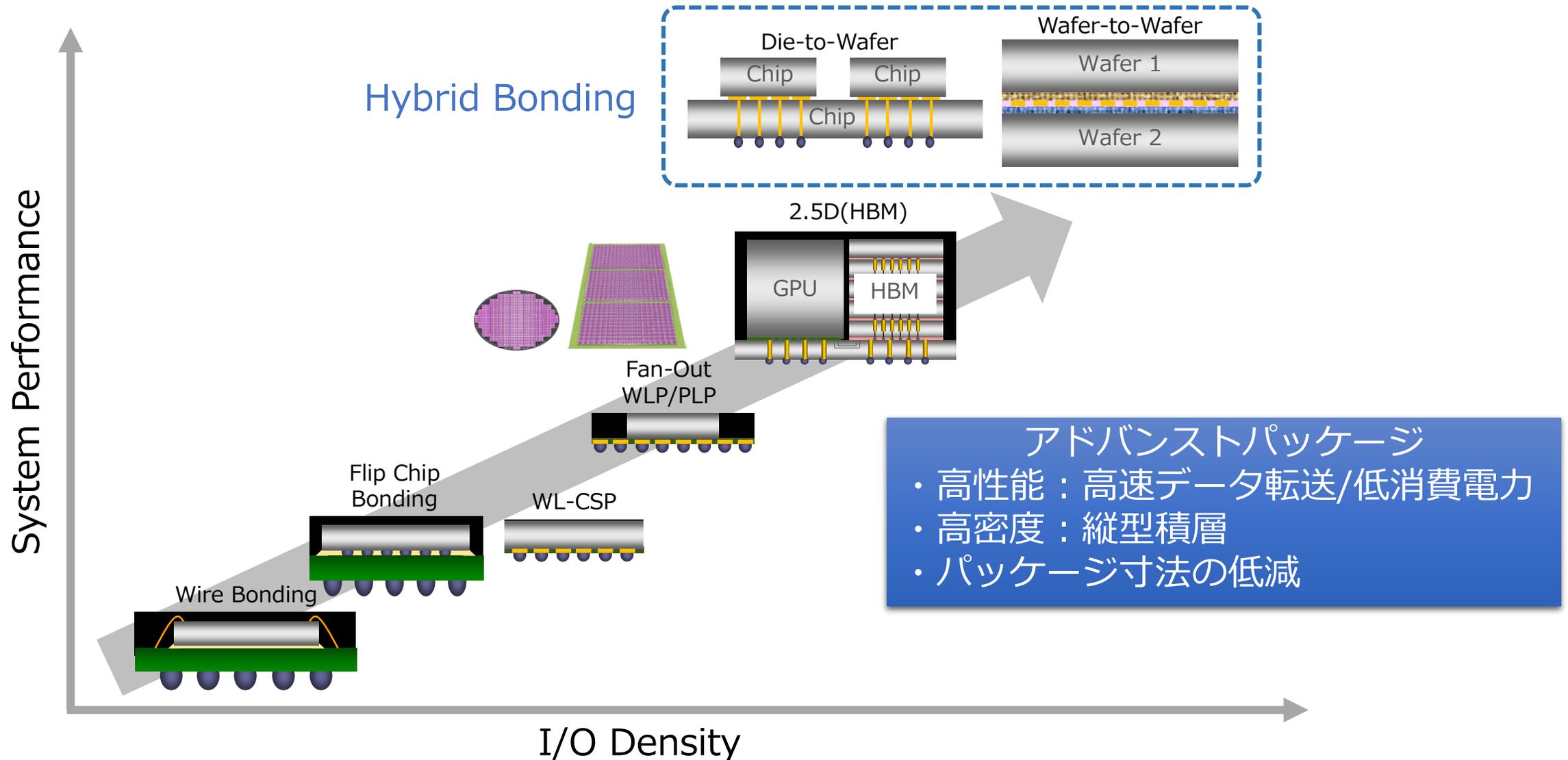
実際の業績は、さまざまな重要な要素により、これらの業績見通しとは大きく異なる結果となりうることをご承知おきください。

実際の業績に影響を与えうる重要な要素には、世界・日本経済の動向、急激な為替相場の変動ならびに戦争・テロ活動、災害や伝染病の蔓延等があります。

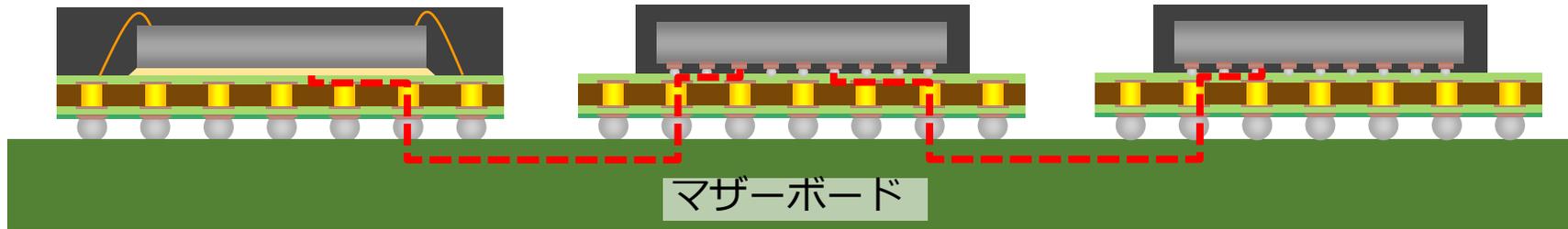
- Hybrid Bondingとは
  - パッケージの進化
  - Hybrid Bondingの特長・プロセス
  - Wafer-to-Wafer(W2W)
  - Die-to-Wafer(D2W)
- Hybrid BondingのKKM
  - W2W : エッジトリミング、グラインディング
  - D2W : ダイシング
- まとめ

※本資料に記載のプロセスはHybrid Bondingに必要なプロセスの一部です

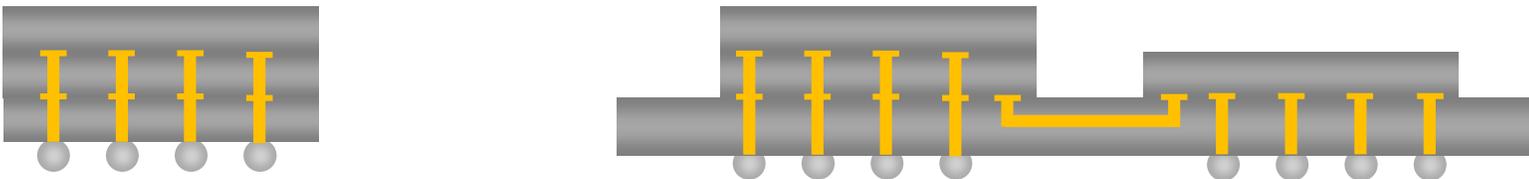
- 前工程での微細化限界 ⇒ 性能・コストの観点からアドバンストパッケージ技術が進化



- 従来のパッケージ
  - ワイヤー接続、バンプ接続、マザーボード接続など配線距離が長い  
⇒信号遅延、消費電力、チップ面積の増大



- Hybrid Bonding : 異なる半導体チップやウェーハを直接接合する技術
  - 金属と誘電体材料をそれぞれ貼合可能で、配線距離が短く高密度な接続を実現



- 金属と誘電体材料の組み合わせで2枚のウェーハやチップを直接接合
  - 一般的な材料例
    - 金属：配線材料のCu
    - 誘電材：層間絶縁膜のSiO<sub>2</sub>(二酸化ケイ素)やSiN(窒化ケイ素)

## ● 直接接合の工程

### ● 表面処理・洗浄

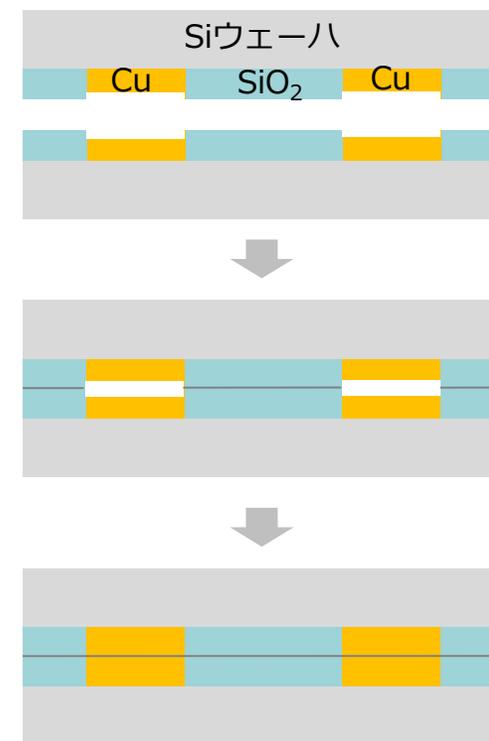
- ウェーハ表面をプラズマで活性化
- パーティクル除去のための洗浄

### ● アライメント

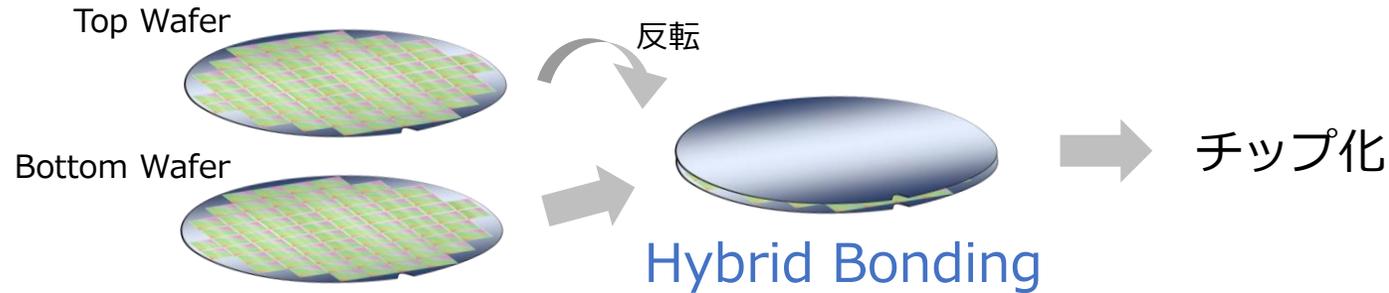
- 金属同士が精度良く接触するための正確な位置合わせ

### ● ボンディング・アニール

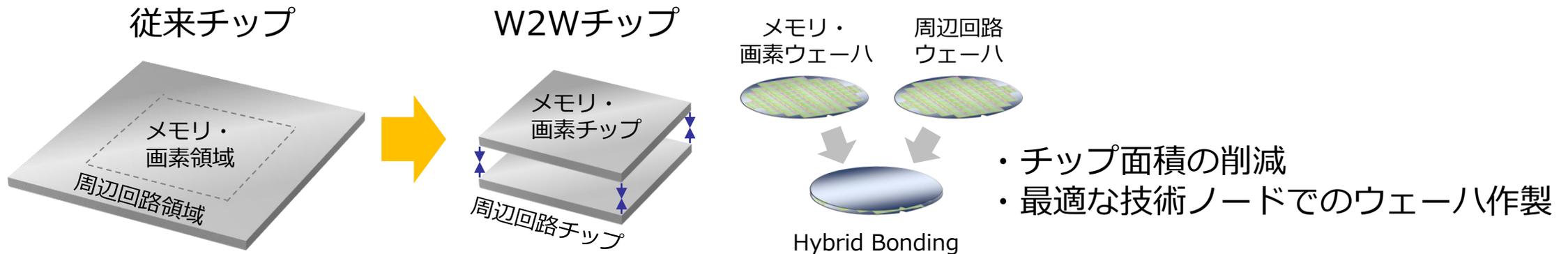
- 常温で圧着、熱処理により接合強度の向上



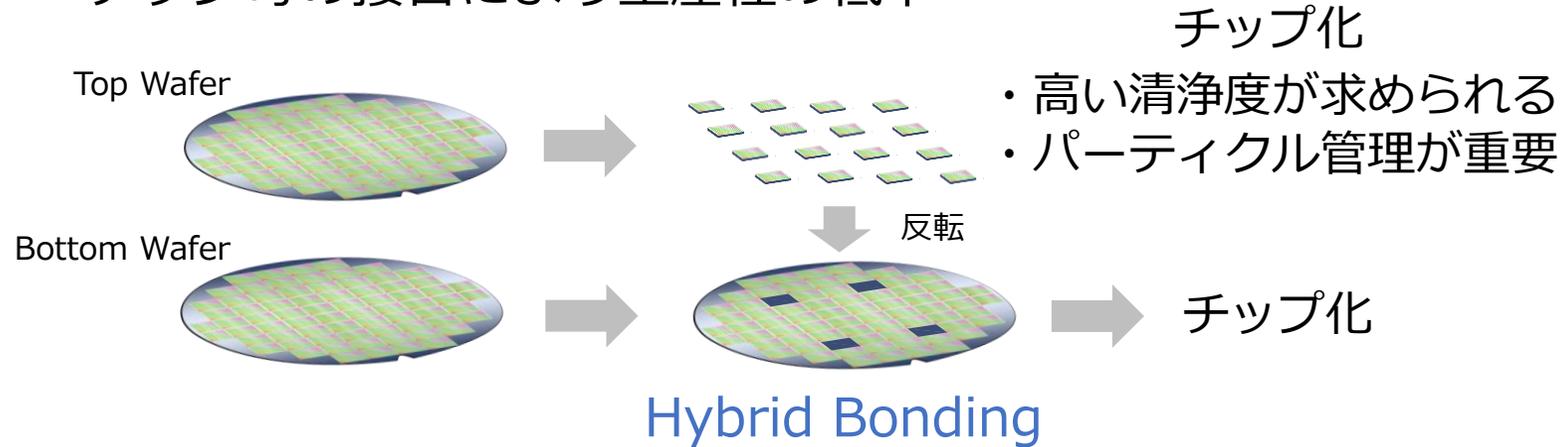
- Wafer to Wafer：ウェーハレベルでの直接接合
  - 特徴：一括での積層による高い生産性  
歩留まり低減リスク（不良チップも接合、ウェーハレベルでのプロセス不良発生）



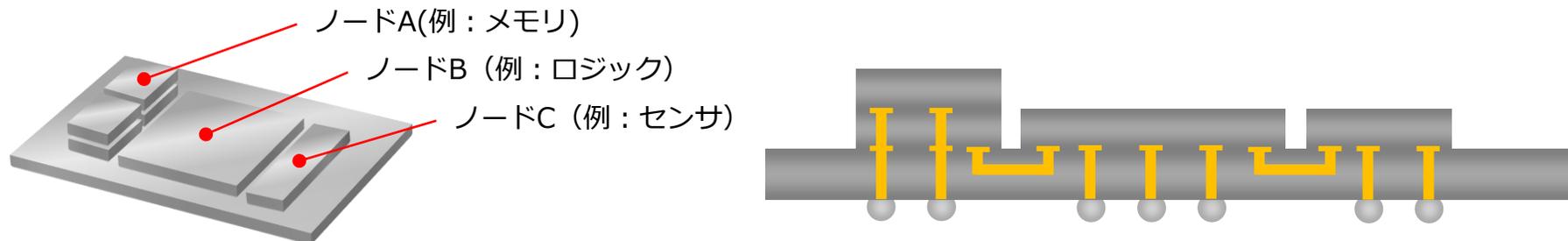
- 適用デバイス：3D NANDメモリ、CMOSイメージセンサー、BSPDNなど
  - 用途例：周辺回路を別ウェーハで作成して貼り合わせ



- Die to Wafer : ダイシング後のチップをウェーハに直接接合
  - 特徴 : 良品チップのみの接合による歩留まり向上
  - チップ毎の接合により生産性の低下



- 適用デバイス : チップレットなど
  - 用途例 : 各コンポーネントを合った技術ノードで作製、組み立て工程でチップ同士を繋ぐ

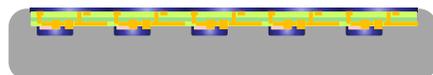


- Hybrid Bondingとは
  - パッケージの進化
  - Hybrid Bondingの特長・プロセス
  - Wafer-to-Wafer(W2W)
  - Die-to-Wafer(D2W)
- Hybrid BondingのKKM
  - W2W : エッジトリミング、グラインディング
  - D2W : ダイシング
- まとめ

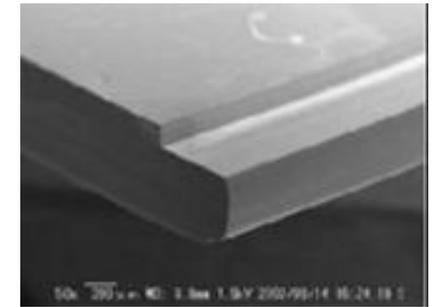
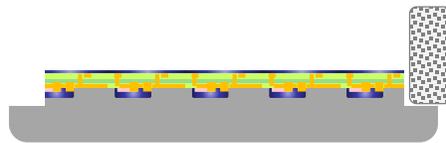
※本資料に記載のプロセスはHybrid Bondingに必要なプロセスの一部です

- W2Wプロセスフロー

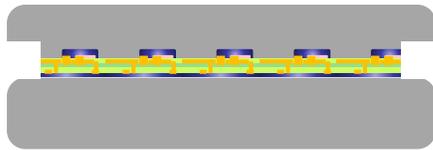
Bonding前ウェーハ



エッジトリミング

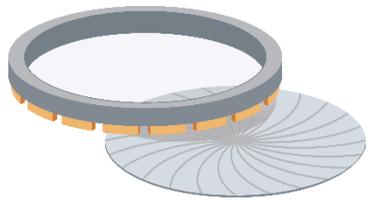


Hybrid Bonding

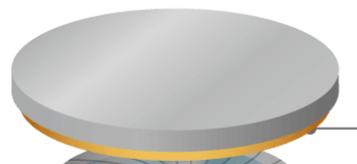


研削 + ウェットポリッシュ(CMP)

研削ホイール

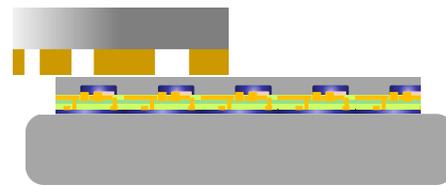


研磨パッド



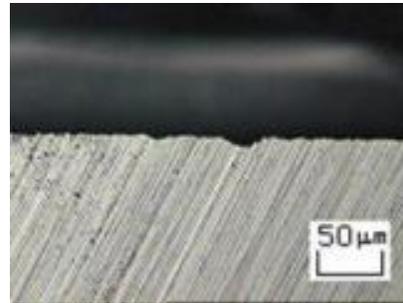
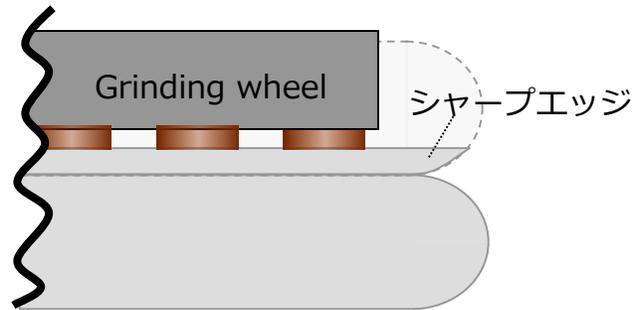
ウェーハ スラリー

グライディング

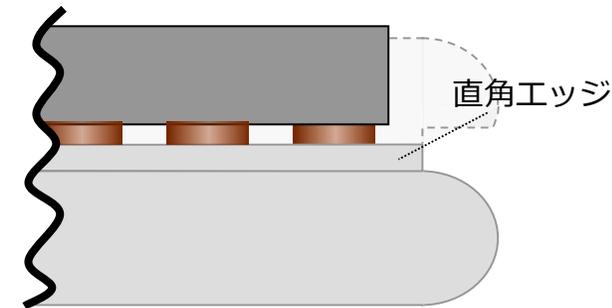


- 薄化時の歩留まり向上
  - シャープエッジをなくしエッジチッピングを防止

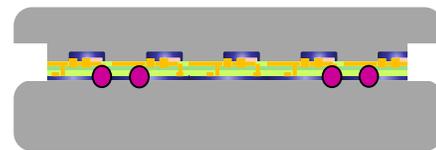
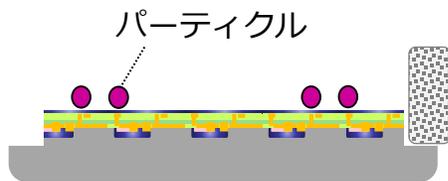
エッジトリミング無し



エッジトリミング有り



- Hybrid Bondingにおける課題
  - パーティクルがウェーハ上にあると接合不良リスクとなる



- ・ 研削時にウェーハが割れる/剥がれる
- ・ 不良チップとなり歩留まりが低減する

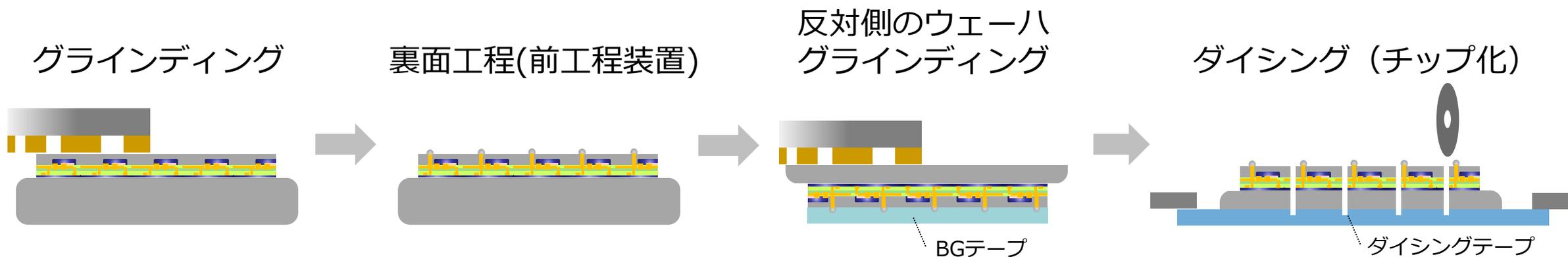


高い清浄度が必要：トリム後に薬液洗浄が可能

- グラインディング後に裏面工程(前工程装置)あり⇒高精度かつ高潔度な研削が必要
  - 研削：加工点レイアウトの最適化により高精度な加工を実現
  - 研磨：ウェットポリッシュ(CMP)および薬液洗浄により高潔度を実現



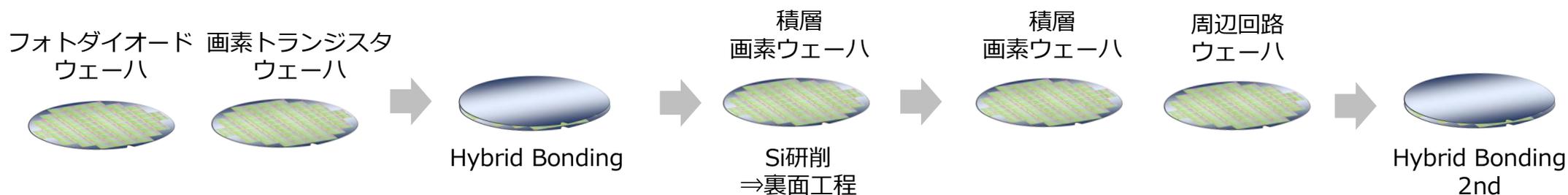
## ● グラインディング後プロセス



- 今後、3段積層が採用されれば更にKKMが広がる可能性あり  
⇒エッジトリミングとグラインディングの回数が積層分増える

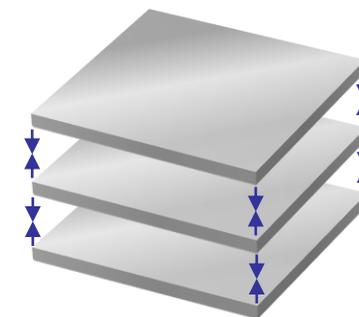
## 【CMOSイメージセンサ例①】

- 画素ウェーハをフォトダイオードと画素トランジスタに分けて3段積層



## 【CMOSイメージセンサ例②】

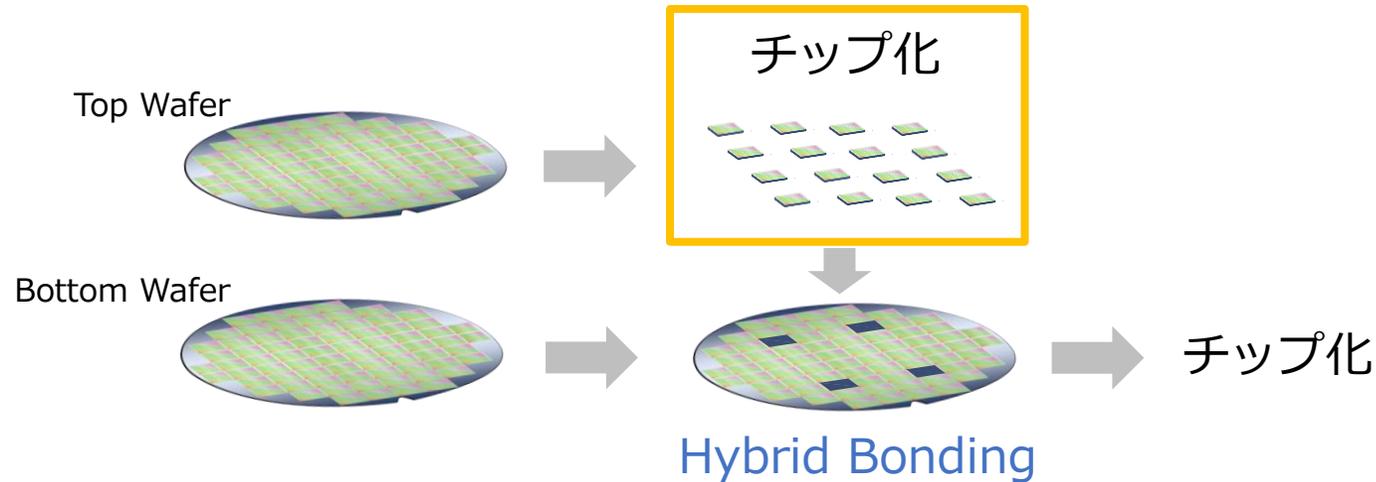
- 画素ウェーハと周辺回路ウェーハにDRAMウェーハを追加して3段積層



- Hybrid Bondingとは
  - パッケージの進化
  - Hybrid Bondingの特長・プロセス
  - Wafer-to-Wafer(W2W)
  - Die-to-Wafer(D2W)
- Hybrid BondingのKKM
  - W2W : エッジトリミング、グラインディング
  - D2W : ダイシング
- まとめ

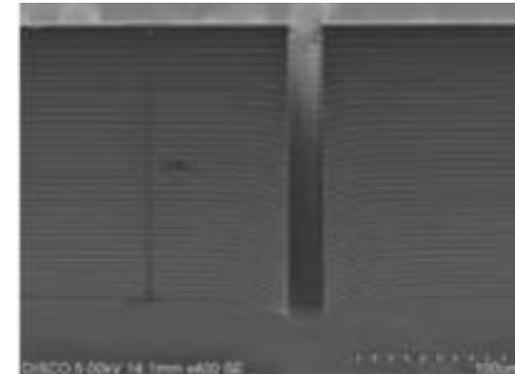
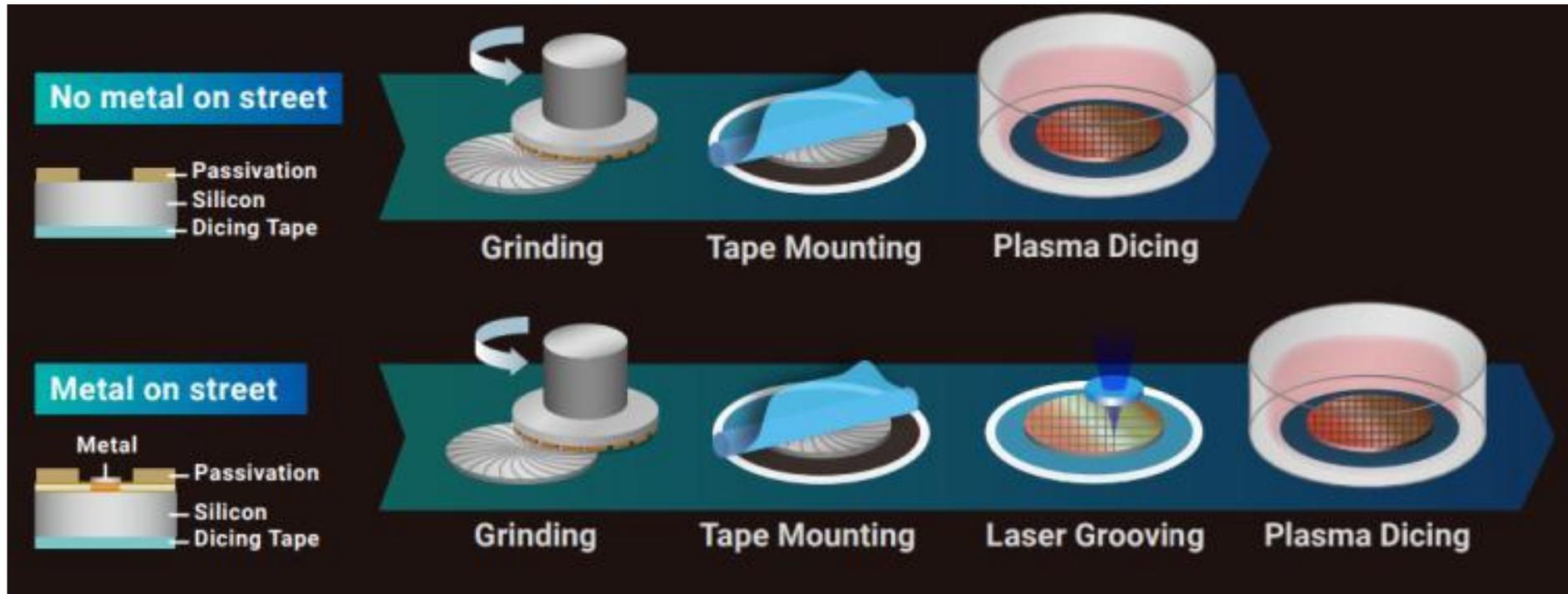
※本資料に記載のプロセスはHybrid Bondingに必要なプロセスの一部です

- D2Wプロセスにおいての重要なKKM工程は接合チップのダイシング
  - パーティクルによる接合不良を発生させないために高い清浄度が求められる



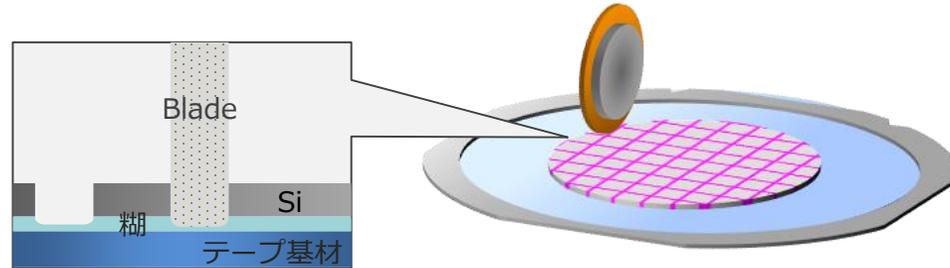
- 清浄度が高いダイシング手法
  - プラズマダイシング  
真空下でドライエッチングを行うことでウェーハをチップ化（個片化）する加工技術
  - ブレードダイシング  
DBGプロセス・クリーン加工を極めたブレードダイシング

- ハイクリーンプロセス
  - 化学反応によるドライエッチングであるため、加工屑や溶融デブリなどの発生なし

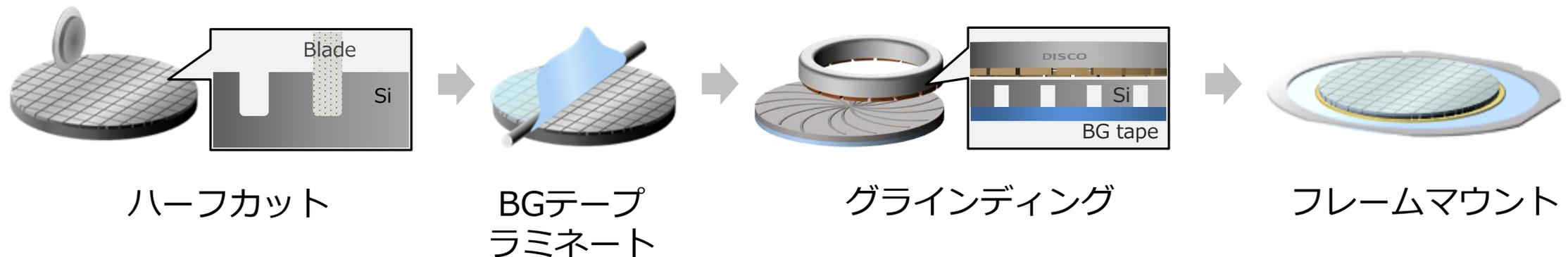


- SF<sub>6</sub>とC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>を用いたBoschプロセス
  - 温暖化係数の高い温室効果ガスを使用
  - 真空プロセスのため使用電力が大きい➡ CO<sub>2</sub>排出量に課題

- ブレードダイシングを用いたクリーンプロセス
  - 通常のダイシング：テープ糊に切り込むため、パーティクルがチップに付着するリスクあり



- DBG(Dicing Before Grinding)
  - ⇒テープに切り込む工程がなく、糊起因のパーティクルの付着なし



- クリーン加工を極めたブレードダイシング
  - プラズマダイシングと同等以上の良好なボンディング結果を確認
- imecや横浜国立大学など第三者機関による発表あり

## 受賞歴、学会発表など

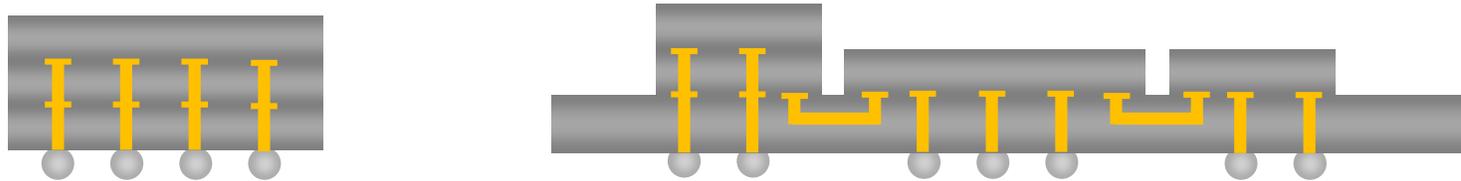
[1] IEEE 73<sup>rd</sup> Electronic Components and Technology Conference (ECTC2023)  
"Inorganic Temporary Direct Bonding for Collective Die to Wafer Hybrid Bonding"  
Fumihiro Inoue (Yokohama National University) et.al.,

[2] [IEEE International 3D Systems Integration Conference \(3DIC\)](#)  
[Clean Dicing: An Alternative Blade Dicing Technique for Minimizing Particles in 3D Heterogeneous Integration](#)  
Akito Hiro (imec) et.al.,

[3] 第30回 半導体オブザイヤー2024 半導体製造装置部門 優秀賞

[4] [第37回 独創性を拓く 先端技術大賞 社会人部門 経済産業大臣賞](#)

- パッケージの進化に伴い、Hybrid Bondingの需要が高まっている
  - Hybrid Bonding：異なる半導体チップやウェーハを直接接合する技術
  - 金属と誘電体材料をそれぞれ貼合可能で、配線距離が短く高密度な接続を実現



- Hybrid Bondingプロセス：Wafer-to-Wafer(W2W)とDie-to-Wafer(D2W)
  - W2W：ウェーハレベルでの直接接合
    - エッジトリミングおよび高精度かつ高潔度な研削が必要
  - D2W：ダイシング後のチップをウェーハに直接接合
    - 接合チップのクリーンダイシングが必要

### 本資料について

掲載内容に関しては細心の注意を払っておりますが、掲載した情報に誤りがあった場合や第三者によるデータの改ざん等に関し、当社は一切責任を負うものではありませんのでご了承ください。また、本資料は投資勧誘を目的にしたものではありません。投資はご自身の判断において行われるようお願いいたします。

### 表記について

年間の会計期間である4月～翌年3月までをFY（Fiscal Year）と表記し、四半期の会計期間は4-6月を1Q、7-9月を2Q、10-12月を3Q、1-3月を4Qと表記しています。

金額単位に応じて、単位未満の金額を四捨五入または切り捨て処理しており合計値が合わない場合があります。

%は実際の金額を基に算出しています。

### 将来の見通しに関する注意事項

この資料に掲載されている当社の現在の計画、見通し、戦略、その他の歴史的事実でないものは、将来の業績に関する見通しであり、これらは現在入手可能な情報から得られた当社の判断に基づいております。実際の業績はさまざまな重要な要素により、これらの業績見通しとは大きく異なる結果となりうることをご承知おきください。実際の業績に影響を与えうる重要な要素には世界・日本経済の動向、急激な為替相場の変動ならびに戦争・テロ活動、災害や伝染病の蔓延等があります。

本資料の著作権は当社に帰属しており、無断での転載は禁じられています。私的使用その他法律によって明示的に認められる範囲を超えて、本資料を使用（複製、改変、アップロード、掲示、送信、頒布、ライセンス、販売、出版等を含む）するためには、当社の事前の明示の許諾が必要です。

<https://www.disco.co.jp/>