

COMNEXT セミナー 光通信技術

FOE-9 異種材料集積技術の最新動向

異種材料集積技術『CFB[®]』

～ 19年間の量産実績 と その応用 ～

2025年08月01日(金) 12:15 ～13:45

沖電気工業株式会社
グローバルマーケティングセンター CFB事業開発部
谷川 兼一

*CFB : Crystal Film Bonding
*CFBは、OKIの日本登録商標です。

0. CFB[®] とは？ ～ Crystal Film Bonding ～

OKIのプリンター事業で生み出した独自の異種材料集積技術。
μLEDs on ICチップを実現し、量産実績19年間、20年目に突入。

CFB(Crystal Film Bonding)プロセス

分割した半導体機能層をフェイスアップで剥離し、異なるウェハーに直接接合。

- ✓ 分割
- ✓ 半導体機能層のみ
- ✓ フェイスアップ剥離
- ✓ マストトランスファー
- ✓ 直接接合



剥離



剥離されるウェハー



接合



接合されるウェハー

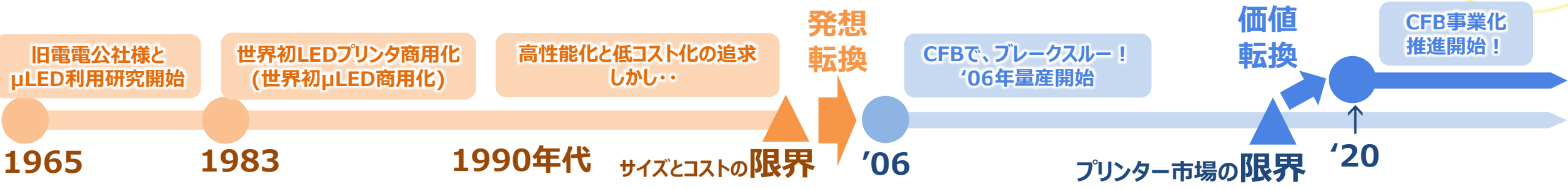
- 1. CFB概要： ①歴史 ②役割
- 2. CFB基本： ①ビジネススキーム ②技術バリエーション
- 3. CFB応用（InP系応用のトピックス）
 - ① 300mmウェハーへのInP転写技術： OKI独自タイリングCFB
 - ② InPテラヘルツデバイスへ応用： NTTイノベーティブデバイス様
 - ③ SiフォトリソへのInP集積： 東京科学大学 西山研究室様
- 4. まとめ

1. CFB[®] 概要：①歴史 ～ プリンター事業で19年の量産実績 ～

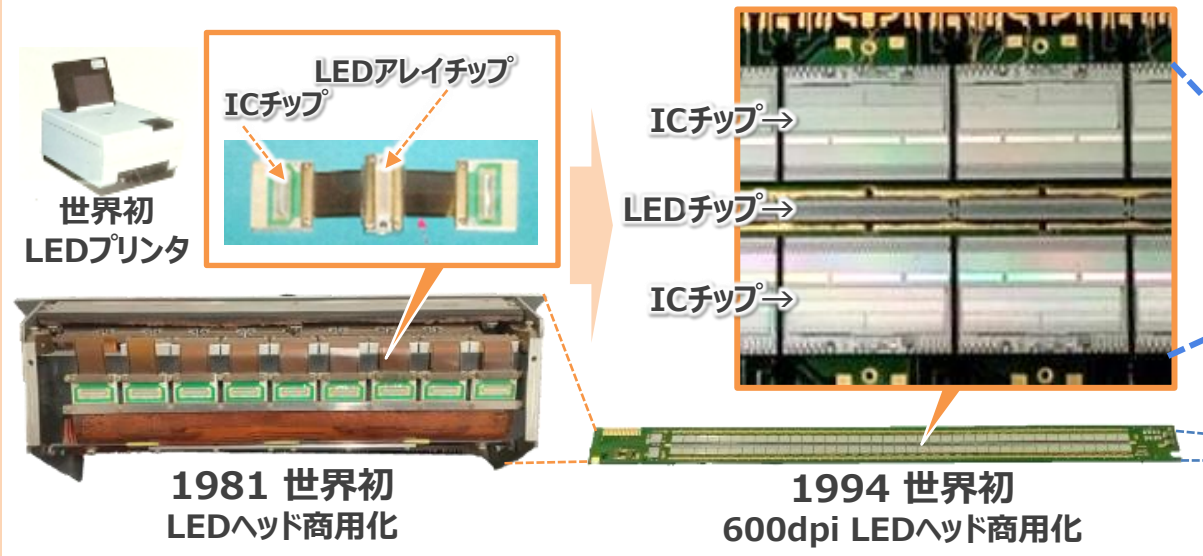
60年間：μLED研究

19年間：CFB量産

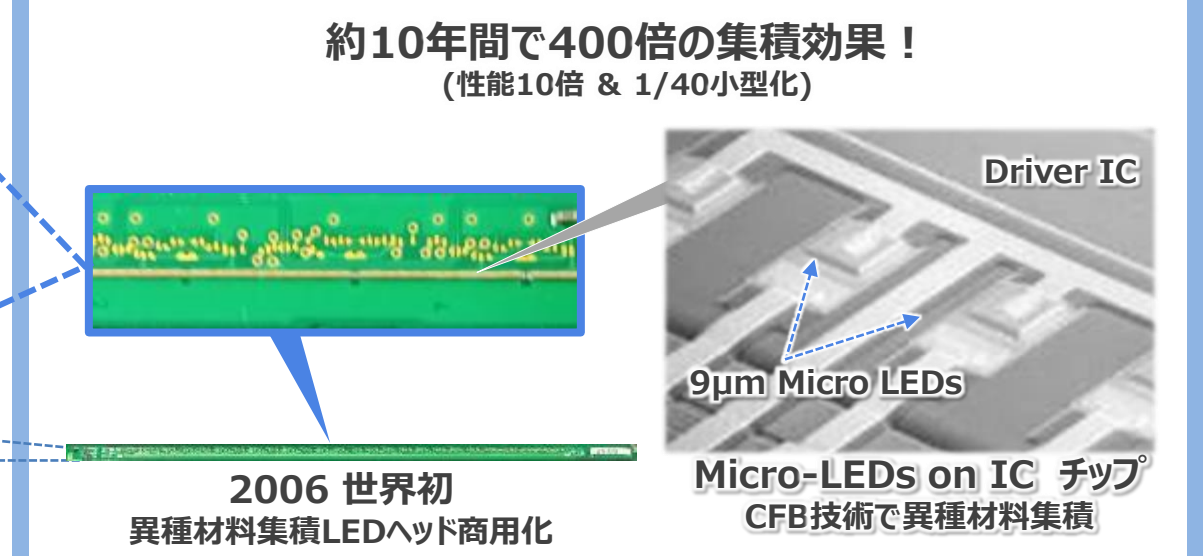
>> CFB事業化へ



従来は、LED と IC を 個別に実装



CFBで、LED と IC を 異種材料集積



1. CFB® 概要：②役割

CFBは、異種材料集積を半導体デバイスに提供することで、
単一材料の限界を突破し、社会の高度化に貢献します。



*CFB : Crystal Film Bonding
*CFBは、OKIの日本登録商標です。

【社会課題】

性能限界

世界IPトラフィック*1

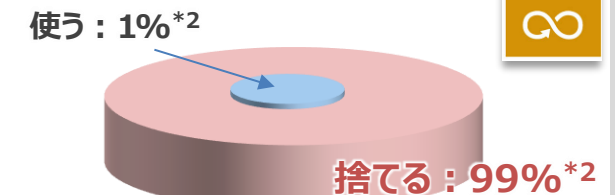


電力増大

技術革新無しでは、
2030年に
発電を超える*1



半導体もったいない



*1 出所) 国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター (2019)
「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.1) —IT機器の消費電力の現状と将来予測—

*2 出所) 化合物半導体含めたアナログ系半導体チップをOKIが分析

1. CFB概要： ①歴史

②役割

2. CFB基本： ①ビジネススキーム

②技術バリエーション

3. CFB応用（InP系応用のトピックス）

① 300mmウェハーへのInP転写技術： OKI独自タイリングCFB

② InPテラヘルツデバイスへ応用： NTTイノベーティブデバイス様

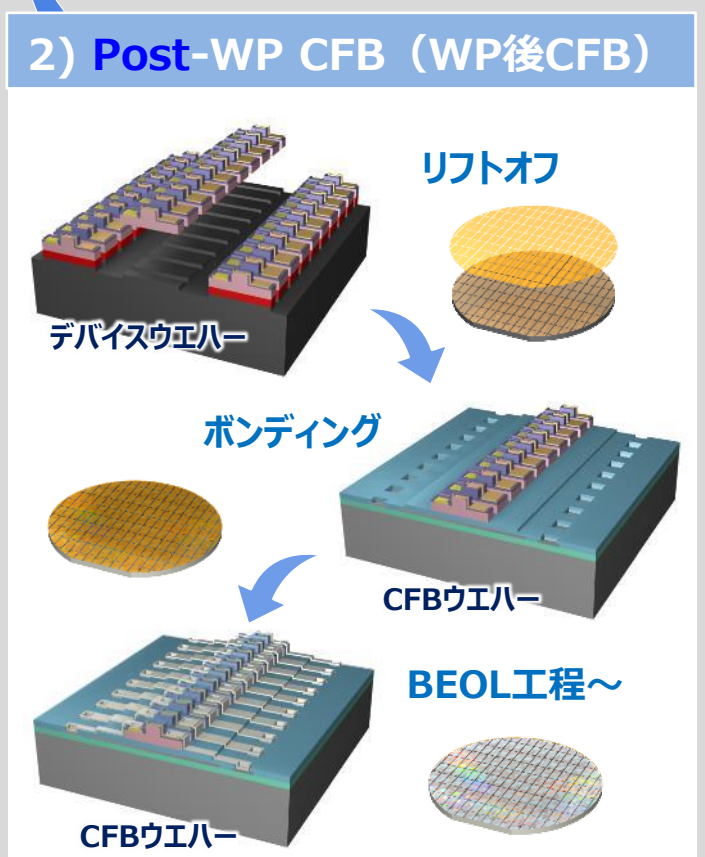
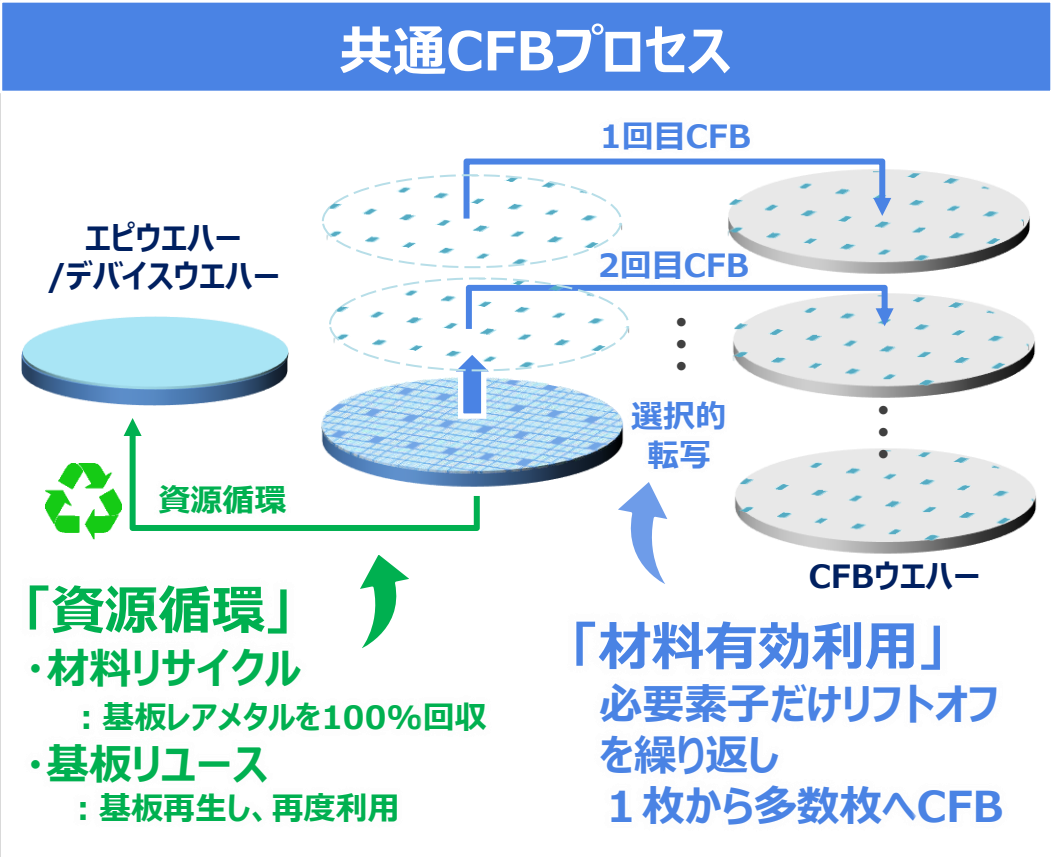
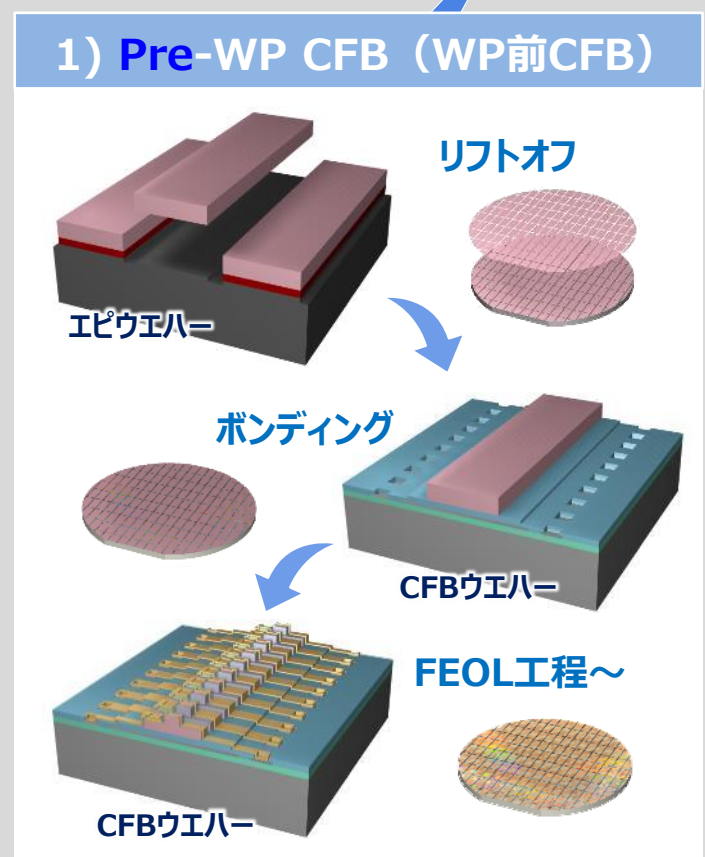
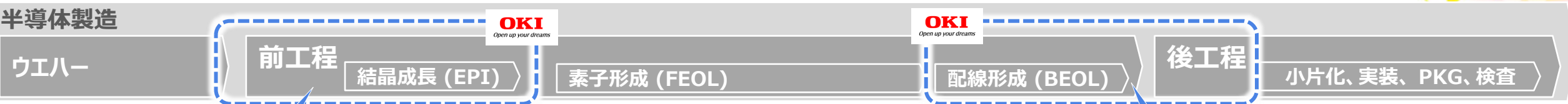
③ SiフォトリソへのInP集積： 東京科学大学 西山研究室様

4. まとめ

2. CFB® 基本：①ビジネススキーム

- Pre/Postの2つのCFBでデバイスニーズに対応。 選択的転写と資源循環で、環境負荷低減に貢献。
- ビジネスモデルは、異種材料集積の開発支援/製造受託。 将来的には技術ライセンスも検討。

FEOL : front end of line
BEOL : back end of line



2. CFB[®] 基本：②バリエーション

様々な材料や様々な方法のバリエーションで、パフォーマンス向上と環境貢献を両立

OKI

CFB (Bonding / Integration)

"Lift off"

C-Film

"Bonding"

"CFB Wafer"

Extra Value

Bonding Sub.

Material Sub.

CFB特長：分割後まとめて転写

1. 2D/3D 集積 (機能・性能)

異種2D集積

異種3D集積

※実際の写真 LEDの3D積層

2. 相互作用 (機能・性能)

CFBは、直接接合！

電・熱・光をそのまま伝える！

驚異の特性&デバイス構造を提供！

3 構造体へ (機能・性能)

構造体上へCFB

構造体内へCFB

4. サイズ変換

Wafer (2"~6")

Large Substrate

小 → 大 : サイズ変換

丸 → 角 : 形状変換

インフラ超え、業界つなぐ！！

5. 省資源

材料有効利用

資源循環

CFB wafer

6. 工程カット

Chiplet CFB (System-in-Film)

接合したら導通！

Assembly CFB

BEOL → BG → Dicing → DB → WB

→ CFB →

Device layer

Semi Sub.

Ceramic Sub.

C-Film (Device layer)

CFB

Ceramic Sub.

CFB: without Semi-Sub. & Ag-paste

接合・集積可能な様々な材料

転写可能材料

- Si

- GaAs

- GaN

...etc

- InP

- AlInGaP

- AlN

接合基板材料 (CFB基板)

- IC/TFT

- Semiconductor (Si / SiC ...etc)

- Glass, Plastic, Metal

- Ceramic (DCB...) ...etc

1. CFB概要： ①歴史

②役割

2. CFB基本： ①ビジネススキーム

②技術バリエーション

3. CFB応用（InP系応用のトピックス）

① 300mmウェハーへのInP転写技術： OKI独自タイリングCFB

② InPテラヘルツデバイスへ応用： NTTイノベーティブデバイス様

③ SiフォトリソへのInP集積： 東京科学大学 西山研究室様

4. まとめ

3. CFB[®]応用 ～①300mmウェハーへのInP転写技術：OKI独自タイリングCFB～

300mmシリコンウェハーへ光半導体を異種材料集積するタイリング
「CFB」技術を開発 2025/6/23 プレスリリース

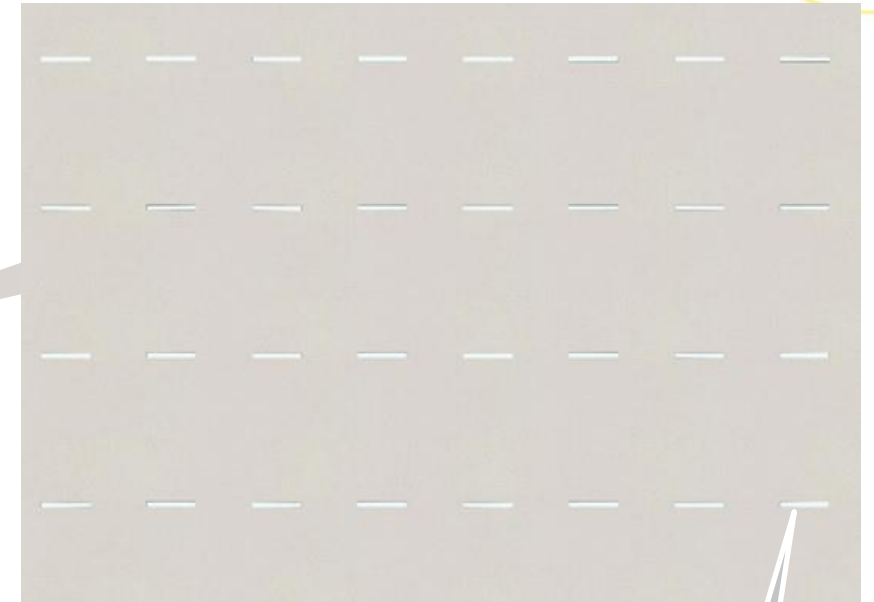
光電融合技術の発展に貢献、パートナーと連携し早期実用化を目指す

- ✓ 転写時間 : 10分
- ✓ 接合精度 : $3\sigma \pm 1\mu\text{m}$
- ✓ CFB歩留* : 99.3%

2" InP
Epi Wafer

InP系薄膜素子をタイリングCFBした300mmウェハー

*CFB歩留：ウェハー内素子接合歩留まり



InP系素子の拡大写真



1素子の拡大写真
(500 μm x 50 μm)

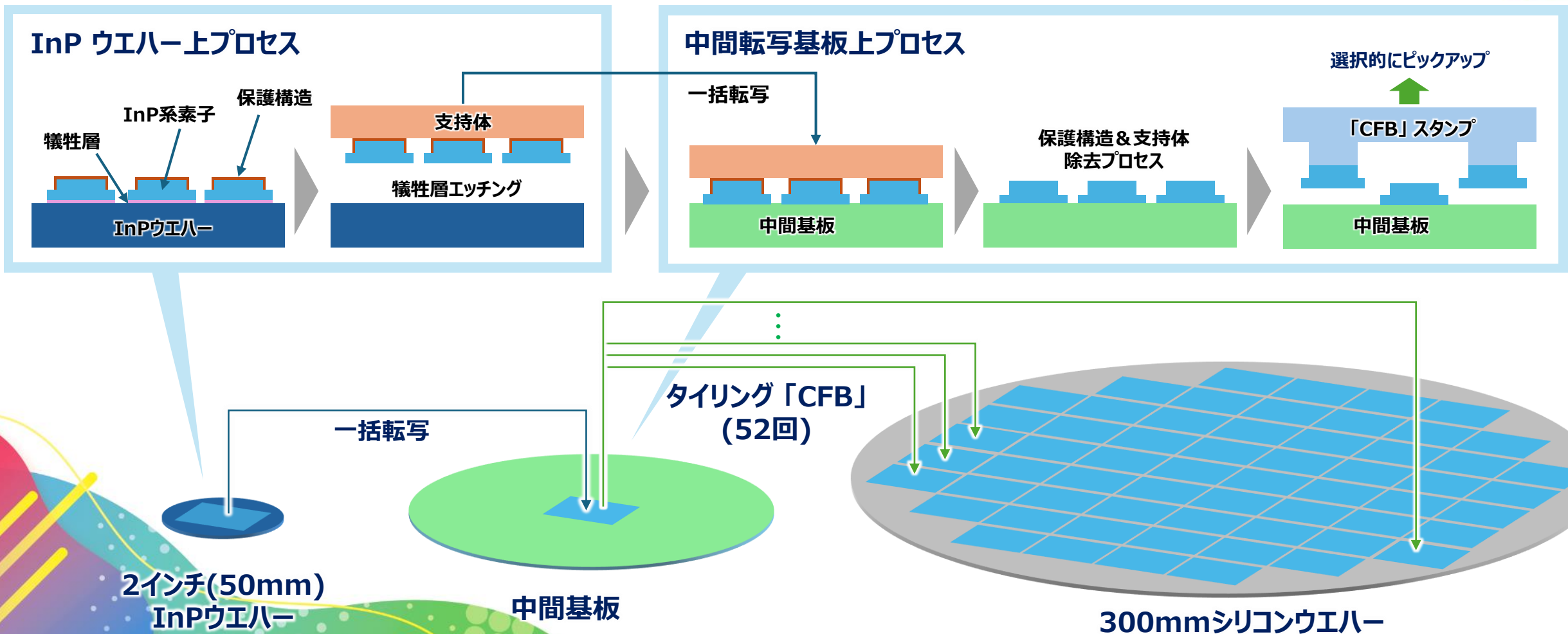
3. CFB®応用 ～①300mmウェハーへのInP転写技術：OKI独自タイリングCFB～

300mmシリコンウェハーへ光半導体を異種材料集積するタイリング
「CFB」技術を開発
2025/6/23 プレスリリース

光電融合技術の発展に貢献、パートナーと連携し早期実用化を目指す

<2つの独自技術>

- ✓ 中間基板 : プロセス可能で簡単にピックアップ可能
- ✓ CFBスタンプ : ピックアップとボンディングの性能を両立



- 1. CFB概要： ①歴史 ②役割
- 2. CFB基本： ①ビジネススキーム ②技術バリエーション
- 3. CFB応用（InP系応用のトピックス）
 - ① 300mmウェハーへのInP転写技術： OKI独自タイリングCFB
 - ② InPテラヘルツデバイスへ応用： NTTイノベーティブデバイス様
 - ③ SiフォトリソへのInP集積： 東京科学大学 西山研究室様
- 4. まとめ

3. CFB®応用 ～②InP系テラヘルツデバイスへ応用：NTTイノベティブデバイス様～

NTTイノベティブデバイスと異種材料接合による高出力テラヘルツデバイスの量産技術を確立

6G通信および非破壊センシング分野への社会実装に向けて2026年度に量産化を目指す

2025/6/10 プレスリリース

成果① もったいない！材料有効活用！

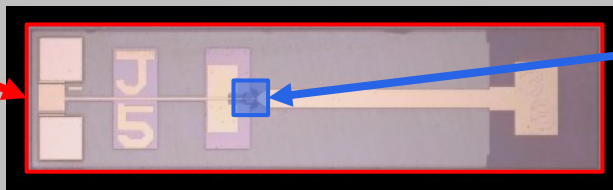
従来の
材料利用率 **1.3%**

※従来とは、InP単体デバイスの場合。

CFBの
材料利用率 **70% ↑**

※ウエハー面内のInP系機能層の材料利用率

チップ
エリア



必要
サイズ

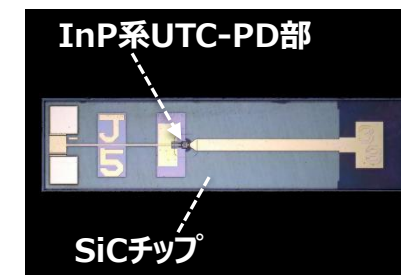
成果② 高い接合素子歩留

CFB歩留

(ウエハ内素子接合歩留まり)

98% ↑

成果③ 単素子1mW以上の高出力



InP on SiC
で
高放熱 → 高出力！

3. CFB®応用 ～②InP系テラヘルツデバイスへ応用：NTTイノベティブデバイス様～



NTTイノベティブデバイスと異種材料接合による高出力テラヘルツデバイスの量産技術を確立

2025/6/10 プレスリリース

6G通信および非破壊センシング分野への社会実装に向けて2026年度に量産化を目指す

Epitaxy

エピタキシャル成長

InP系結晶薄膜

3インチ InP sub.

CFB

素子単位で分割したInP系薄膜を選択的リフトオフ、SiCウエハ上にCFBで異種材料接合

①材料利用70%！（従来比約50倍）

②CFB歩留98%以上！

Device & TEST

InP on SiC CFBウエハに半導体プロセスでUTC-PDデバイスを形成。その後モジュール化し評価

③高出力1mWでリニアリティを実証！

THz output power (mW)

Photocurrent (mA)

CFB品

従来InP品

- 1. CFB概要： ①歴史 ②役割
- 2. CFB基本： ①ビジネススキーム ②技術バリエーション
- 3. CFB応用（InP系応用のトピックス）
 - ① 300mmウェハーへのInP転写技術： OKI独自タイリングCFB
 - ② InPテラヘルツデバイスへ応用： NTTイノベーティブデバイス様
 - ③ SiフォトリクスへのInP集積： 東京科学大学 西山研究室様
- 4. まとめ

3. CFB®応用 ～SiフォトニクスへのInP集積：東京科学大学様～

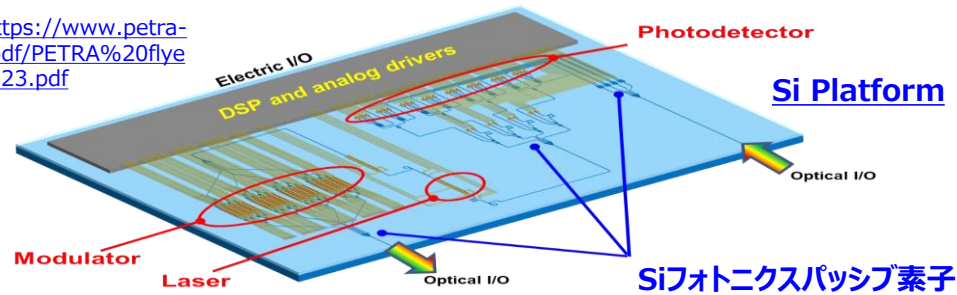
2025/3/17 応物学会春季講演会

- Siフォトニクス上への異種材料集積の接合精度は、極めて高い。
- 東京科学大学 西山研究室様と OKI は、独自の発想で、課題解決を目指している。

課題：高い接合精度要求

- ・光集積回路では、Si導波路上に多様な異種材料集積が不可欠。
(III-V族半導体、ニオブ酸リチウム、磁性材料、...)

出所：<https://www.petra-jp.org/pdf/PETRA%20flyer%202023.pdf>



Si導波路 → 光デバイス

精度要求：±0.3um以下

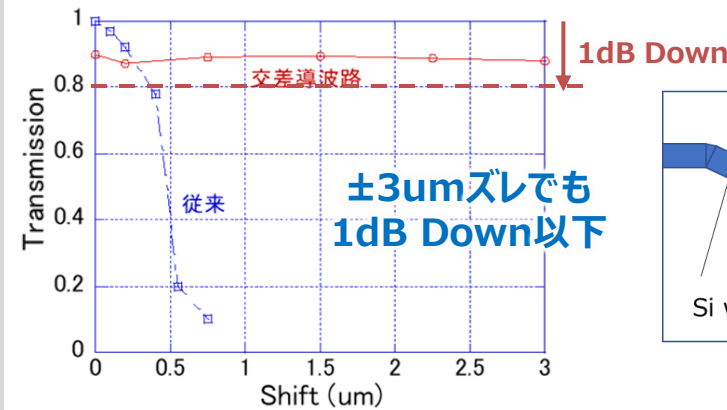
WP前に接合(Pre-WP CFB)し、後加工が必要

WP : Wafer Process

±3umなら、WP後に接合(Post-WP CFB)可能！

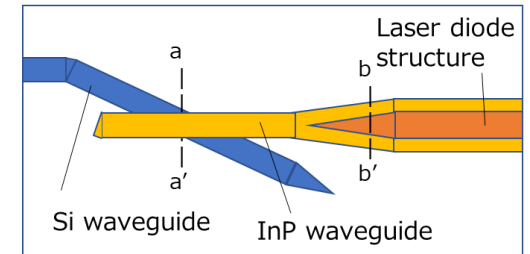
- ✓ デバイスをバタバタ貼るだけ！ 多様な異種材料集積を可能に
- ✓ Siフォトニクスへのダメージレス、プロセスコスト削減

解決：「立体交差導波路」で精度10倍緩和！



±3umズレでも
1dB Down以下

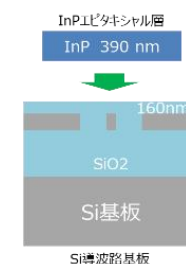
立体交差導波路の構造



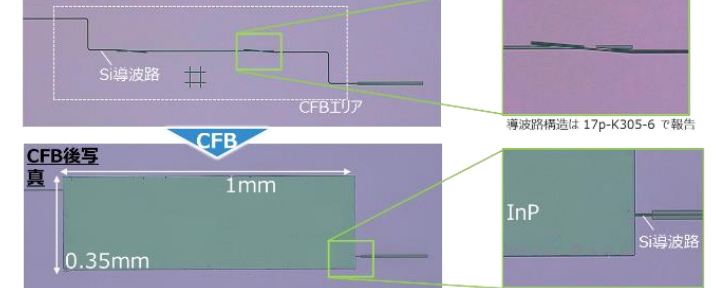
±3um許容をシミュレーション実証完了

共同で接合実証完了、FY25内にレーザー発振を目指す

CFB概念図



Si導波路写真



- 1. CFB概要： ①歴史 ②役割
- 2. CFB基本： ①ビジネススキーム ②技術バリエーション
- 3. CFB応用（InP系応用のトピックス）
 - ① 300mmウエハーへのInP転写技術： OKI独自タイリングCFB
 - ② InPテラヘルツデバイスへ応用： NTTイノベーティブデバイス様
 - ③ SiフォトリソへのInP集積： 東京科学大学 西山研究室様
- 4. まとめ

4. まとめ

CFBは、異種材料集積の半導体デバイスへの提供を通じ、社会の高度化に貢献します。



*CFB : Crystal Film Bonding
*CFBは、OKIの日本登録商標です。

【社会課題】

性能限界

世界IPトラフィック*1

2016 30倍! 2030年 170 [ZB/Y]

電力増大

技術革新無しでは、2030年に発電を超える*1

発電量 消費電力

半導体もったいない

使う : 1%*2 捨てる : 99%*2

*1 出所) 国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター (2019) 「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.1) —IT機器の消費電力の現状と将来予測—」

*2 出所) 化合物半導体含めたアナログ系半導体チップをOKIが分析

18/17