

研究評価委員会
「次世代照明等の実現に向けた窒化物半導体等基盤技術開発/
ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発」(事後評価)分科会
議事録

日 時 : 平成 25 年 6 月 24 日 (月) 10 : 00 ~ 17 : 20

場 所 : 東京国際フォーラム G409 会議室

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 吉川 明彦 千葉大学 産学連携・知的財産機構 スマートグリーンイノベーション
研究拠点 特任教授・名誉教授

分科会長代理 奥村 次徳 首都大学東京 副学長
(首都大学東京大学院 理工学研究科 電気電子工学専攻 教授)

委員 吉川 俊英 株式会社富士通研究所 基盤技術研究所 先端デバイス研究部 主管研究員

委員 只友 一行 山口大学大学院 理工学研究科 教授

委員 辻 伸二 独立行政法人科学技術振興機構 戦略研究推進部 (兼)
経営企画部 科学技術イノベーション企画推進室 主任調査員

委員 津田 邦男 株式会社東芝 研究開発センター 電子デバイスラボラトリー 研究主幹

委員 橋詰 保 北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センター
量子結晶フォトニクス研究分野 教授

<推進者>

和泉 章 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長

関根 久 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括研究員

吉木 政行 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹

吉田 学 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員

工藤 祥裕 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任

高井 伸之 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

<実施者>

葛原 正明 福井大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻 教授 (PL)

天野 浩 名古屋大学大学院 工学研究科 電子情報システム専攻 教授 (SPL)

森 勇介 大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授 (SPL)

徳田 博邦 福井大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻 特任教授

小紫 正樹 一般財団法人金属系材料研究開発センター 専務理事

松沼 健二 一般財団法人金属系材料研究開発センター 非鉄材料研究部 主席研究員

荒尾 浩三 豊田合成株式会社 研究開発部 部長

永井 誠二 豊田合成株式会社 研究開発部 TL

岩井 真 日本ガイシ株式会社 研究開発本部 ウェハープロジェクト マネージャー

碓井 彰 古河機械金属株式会社 研究開発本部 ナイトライド事業室 室長

松枝 敏晴 古河機械金属株式会社 研究開発本部 ナイトライド事業室 副室長

作野 圭一 シヤープ株式会社 電子デバイス事業本部 A1277プロジェクトチーム 参事
矢船 憲成 シヤープ株式会社 研究開発本部 基盤技術研究所 主事
加地 徹 株式会社豊田中研 電子デバイス研究部 パワーデバイス研究室 主監
上杉 勉 株式会社豊田中研 電子デバイス研究部 主席研究員
坂東 章 昭和電工株式会社 事業開発センター パワー半導体プロジェクト 秩父ユニット
チームリーダー
山本 喜之 住友電気工業株式会社 半導体技術研究所 結晶技術研究部 グループ長
中村 孝夫 住友電気工業株式会社 半導体技術研究所 半導体 デバイス研究部 部長
後藤 博一 サンケン電気株式会社 技術本部 開発統括部 グループリーダー

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長
保坂 尚子 NEDO 評価部 主幹
梶田 保之 NEDO 評価部 主査
中村 茉央 NEDO 評価部 職員

<オブザーバ>

浦田 治彦 経済産業省 製造産業局 係長
鈴木 俊男 経済産業省 製造産業局 産業技術調査員

一般傍聴者 2名

議事次第

<公開の部>

1. 開会
2. 分科会の設置、資料の確認
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明（公開）
 5. 1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 5. 2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて」
 5. 3 質疑
- ・非公開資料取扱いの説明

－ 昼食 －

<非公開の部>

6. プロジェクトの詳細説明
 6. 1 高品質大口径単結晶基板の開発（大阪大学 森教授）
 - 6.1.1 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（古河機械金属）
 - 6.1.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（豊田合成）
 - 6.1.3 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（日本ガイシ）
 6. 2 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術（名古屋大学 天野教授）
 - 6.2.1 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（住友電工）
 - 6.2.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（昭和電工）
 6. 3 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価（福井大学 葛原教授）
 - 6.3.1 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（サンケン電気）
 - 6.3.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（シャープ）
 - 6.3.3 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（豊田中研）
7. 全体を通しての質疑

<公開の部>

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

<公開の部>

1. 開会

- ・開会宣言（事務局）

2. 分科会の設置、資料の確認

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1-1、資料1-2に基づき事務局より説明および成立の確認。
- ・吉川 明彦 分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
- ・配布資料確認（事務局）

3. 分科会の公開について

事務局より資料2-1に基づき説明し、「議題6. プロジェクトの詳細説明」および「議題7. 全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

4. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の進め方および評価報告書の構成を事務局より資料3-1～資料3-5および資料4に基づき作成されたパワーポイントで説明し、事務局案通り了承された。

5. プロジェクトの概要説明（公開）

5. 1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者より資料7の「5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント」に基づき、パワーポイントで説明が行われた。

5. 2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて」

実施者（葛原PL）より資料7の「5-2 研究開発成果及び実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」に基づき、パワーポイントで説明が行われた。

5. 3 質疑

これらの発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

【吉川分科会長】 ただ今のご説明に対してご意見、ご質問等がございましたらお願い致します。なお技術の詳細については、後ほど議題6で議論致しますので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マネジメントについてご意見をお願い致します。

【橋詰委員】 組織、運営についてお聞きしたいのですが、ご説明にもありましたが、古河機械金属の直接委託の例にありますように、当初は JRCM が単結晶基板とデバイスの両方に入っていて、そこから出向されていますが、この必要性和効果に関してお聞きしたいのですが。

【工藤(推進者)】 当初は大学の知見を中心にして、集中研の体制を取って来たことを申し上げましたが、その段階では JRCM に入ってもらって、各大学に分室を作り、かついろいろな企業からの出向と一緒に研究をして行くという体制を構築して来ていたので、そこに対しては一定の効果があったと思っています。

【橋詰委員】 それは NEDO の方針でそうしたのですか。

【工藤(推進者)】 当初から NEDO の方針としてそのように進めてきました。ただ大学での集中研がある一定の成果を出して来た段階で、実際に JRCM は事業化をする訳ではないので、そこから企業主体の研究に切り分けて行く必要があると判断して、徐々に集中研参画企業を外出して、NEDO と各企業が直接契約をする形に移してきました。

【橋詰委員】 そうすると主として技術移転などに対するマネジメント的な効果や存在だったのですか。

【工藤(推進者)】 各集中研で研究を進めて行く上でのマネジメントは NEDO でもして来ていましたが、かなり異なる出身の人がいろいろ参画をして研究を進めて来るというところにおいて、事務的な負担

が大きかったため、調達などを JRCM に手伝って頂いたこともありました。

【吉川分科会長】 今の件ですが、書面上の構成は分かりましたが、集中研に参加していることと NEDO との直接契約関係を結ぶこととは、具体的にあまり変わらないのではないかと思えるところもあるのですが、研究がやり易くなったのか、どこが変わったのかがちょっと見えなかったのですが。

【工藤(推進者)】 一つ具体的に考えている事例としては、古河機械金属の時にも事例として出しましたが、出向企業の形では、やはり直接の実施計画の作成に着手をすることはなかなか出来ないもので、そこに各企業の戦略が乗せづらいという状況がありました。ですので、直接に NEDO と契約を結んで、各社の戦略に沿った実施計画が作れるようになるとやはりいろいろ違って来ると思います。この点は午後の非公開セッションの際にまた説明があると思います。

【吉川俊英委員】 世界にもいろいろなプロジェクトがあるかと思うのですが、例えばアメリカやヨーロッパのプロジェクトと比較して、このプロジェクトは進んでいるのか、位置付けはどのようなのか、例えば成果は世界に対してどれぐらいのものなのか、細かな話は午後で結構ですが、例えば投資金額に見合ったものだったのか、その辺は何かコメントはありますか。

【工藤(推進者)】 世界との比較に関して、技術的な面での比較は午後にも説明があると思いますが、投資金額で比較するとした場合、日本のこのプロジェクトは必ずしも多いとは思ってなくて、名前は忘れてしまいましたが、アメリカの DOD などがやっている次のプロジェクトはもっと金額が大きいと思っています。

このプロジェクトの一番の強みは、海外と比較した場合、我々には高品質な基板が作れる技術があることで、ウェハがしっかり出来るという基盤技術を持っていますし、今回のプロジェクトはパワー向けのデバイス開発をいち早く行って、そこを実証するというところ迄やりました。その 1200V という耐圧は、GaN デバイスで実現した初めての事例だと思っています。そういった点では外国よりも金額は小さく、かつ、日本の強みである基板のところをうまく活かして、最終的にパワーデバイス分野において電子デバイス実証まで行ったということで、しっかり成果を出しているプロジェクトであると思っています。

【吉川分科会長】 今のことに関連しますが、省エネ関係は、日本の中でも新材料も含めていろいろな観点で走っていると思います。そういう点で、本当は少し位置付けが分かるとうれしいと思ったのですが、たぶん時間もないので、それだけでたくさん時間がかかると思うのですが、もし差支えなければ簡単に説明できますか。

【工藤(推進者)】 NEDO の IT エレクトロニクス関係の取り組みとして、例えばパワー半導体、ディスプレイ、LED 等色々ありますが、いずれにしても省エネ技術は切っても切り離せないもので、全般的に省エネ技術については取り組んで来ています。

このうち、パワーデバイスや高周波デバイスの分野に関しては、今回のプロジェクトのような化合物を使った電子デバイスにおいて、SiC についても取り組んでいますし、ガリウムオキサイドについても提案があります。そこはいろいろなプロジェクトを実施していますが、整理上はパワーや高周波デバイスに関してどれが一番優れたアプローチであるのかは、未だに分かっていない状況であると思います。費用負担の重み付け等いろいろあるとは思いますが、今の時点では幅広く実施していて、その成果を見極めようとしている状況です。

【奥村分科会長代理】 研究開発マネジメントについてお伺いします。特に各グループ間の連携について、効果的なフィードバックの例としてピットの例を挙げられていましたが、先ず一つは、日常的に三つの研究グループ間でどういう情報交換・共有をされていたか。ピットは、ピットを減らす研磨を良くすることは最初からそれを目標にすべき話で、グループ間が日常的に連携した結果、研究、あるいは開発がスピードアップしたとか、そういった例があれば教えて頂きたいのですが。

【工藤(推進者)】 先ず連携の実態に関しては、基板、エピタキシャル、デバイスの各グループにに分かれて、その中で各研究者が集中研の方式で日常的な連携がありました。

但し、各グループ間の連携ということになると、例えば月1回の全体的な会合などの機会は設けていましたが、それだけではなかなか見えて来ない、あるいはその場で議論はされても、いったいどの基板に対してやっているのか意外と良く分からない、そういったところができました。これを反省して研究加速とグループ間連携のために、かなり泥臭いですが、13頁目記載のようにグループ間で共通の基板番号を各基板に割り当てて、NEDOが直接、基板単位の通番管理・進捗管理を行い逐次情報収集を行って、各基板に関する進捗状況やスペックを全グループメンバーで情報共有できるような取組みをやってきました。

効果に関しては、基板のピットの話は当たり前ではないかという話も確かにありますが、GaNの材料を使ってデバイスを作るという取り組みを初めてやる中で、どのピットがクリティカルなのかも分からない状態でやって来ていたので、これは一つ具体的な事例として挙げて良いのではないかと考えています。

【葛原(実施者)】 今、話のあった通りですが、実際にやっていた立場から話しますと基板が出来上がってエピタキシャルが終わって、それからデバイスに回って来る迄の間にそれなりに時間があって、お互いその一つのデバイスだけを見ている訳ではありませんので、先出しでどんどん出て来るわけで、中には先出しが後で出て来る場合もあります。

そういったことも含めてやってみると非常に入り組んでいて、意図的にやったものもあれば、意図的でないものもあり、途中で割れてしまったら、またそれを二つに割ってコントロールする場合もありました。やっている側からすると非常にたくさんの枚数が一度に流れて来ます。それをどこかで管理して欲しくなり、そこをNEDOにやって頂いた結果、最初の上流から最後まででの対応をさっと見ることが出来るようになりました。その辺りはマネジメント上でやって頂いたことのメリットではないかと思えます。

【奥村分科会長代理】 今後、別のプロジェクトが走る時に、こういうレイヤ、ステージ毎に別のグループで組んで連携する時に、こういうやり方を取ったら良いのではないかという提案、提言などは何かありますか。

【工藤(推進者)】 今回は、基板、エピタキシャル、デバイスと見た目上は美しい垂直連携の体制になっていますが、もう少しそれぞれ技術の成熟度を見極めた上で、こういう垂直統合にしないといけなかったのではないかと考えています。例えば最初は基板がうまく回らないとデバイスの開発がうまく行かないのであれば、今回もプロジェクトではやって来ましたが、もう少し材料のところをしっかりとやって、成果が出る段階でデバイスに入ってもらおうとか、いきなり全部をひっくるめてやるという体制ではなくて、もう少し厳密に技術の進捗度合いを見て行かなければいけなかったことは今後の我々の反省だと思っています。

また我々もマネジメントをすることを考えていく上で、カッコいいマネジメントというものはなかなか無いと思いました。逐次電話やメールで情報収集やヒアリングをして、問題が発生する都度対処を考えて処置する等の泥臭い取り組みが意外と効いて来ることも今回勉強になりましたので、こういうことは次回に活かして行きたいと思っています。

【高井(推進者)】 あともう一つ説明させて頂くと、ご存じのように通常は工程管理、進捗管理をする時に作業単位、タスク単位で行います。。例えば研磨作業を何月何日まででどういうことやるというようにタスク単位で行いますが、今回の場合は3グループ間で基板が一番重要な共通のファクターになっていて、最初は作業単位で進捗管理をしていましたが、最終的には基板をベースにして、その基板単位で、その基板がどこまで進んでいるのか、研磨は進んでいるのか、どういう品質のどういうスペ

ックに変わっているのかというところをデータベース化して、3 グループ間で見えるようなかたちにしました。

最初から分かっていたら良かったのですが、試行錯誤でやりながらですが、そういったところが非常に良いところだったと思います。その意味で、今後役立つプロジェクトマネジメントの教訓として、そのプロジェクトにおけるキーファクターが何であるかというところを最初から見極めることは非常に重要だと再認識しました。

【辻委員】 具体的に連携度合いを測る手段としては、例えば特許を共同で取得した例が具体的にどのくらいあるのか、あるいは論文や発表を共同でやった例がどれくらいあるのか、それを具体的に教えて頂いた方が分かり易いかと思います。

【工藤(推進者)】 特許や論文の詳細の話は、後半戦でまたご報告できると思いますので、そこでまた説明をさせて頂ければと思います。実際に共同で出した論文の記憶はあり、連名で一緒に出したという事例はあります。

【吉川分科会長】 ディテールは別として、今の質問に対しては、結構たくさんあったのか、ないのか、そういう形での回答をここで頂ければと思います。

【工藤(推進者)】 特に基板のエピタキシャル、デバイス、お互い相談をしながら報告、経過発表をしていますので、かなり出ていると思いますが、具体的な数字が出なくて申し訳ありません。

【吉川分科会長】 では、これはまた午後に関連して質問して頂きます。他にいかがでしょうか。

【只友委員】 今回三つのグループからの発表があって、たぶんそれぞれは非常に立派なデータが出て来ているのですが、今日の議論に関係しているのですが、それぞれのデータが、例えばエピタキシャルの段階はどのスペックの基板が使われているのか。デバイスはどのスペックの基板が使われて、どのエピタキシャルが使われているのかが良く見えません。それを昼からの個別の話でクリアにして頂けたら、我々としては非常に見易くなると思います。

もう一つ、いろいろな競争という意味ですが、我々がやっている窒化ガリウムは、例えば電子デバイス分野ではSiCがライバルであり、最近シリコンも非常に特性を上げて来ているという段階です。そういった他の材料との競争という意味では、どういった位置付けであるか。それから GaN の基板を一つとっても、ここでは Na フラックス法でやっていますが、他にもいろいろなライバルの方法があります。それと比べてどういう位置付けなのかをクリアにして頂けたら、我々としても非常にありがたいと思います。

【工藤(推進者)】 1 点目ですが、どういう基板とエピタキシャル条件でという話は午後の説明の際にはディテールに注意してやるようにしたいと思います。

2 点目の位置付けの話は、先ほど分科会長からも質問がありましたので、だいたい似たような回答になりますが、やはり今の時点ではどれが一番なのかというところは分かりません。SiC が良いのか、GaN が良いのか、まだまだ分からない状況ですので、引き続き技術の進展度合いを見ながら NEDO としてどれに力を入れて行くのかを考えて行くということだと思っています。

このプロジェクトを開始した時点においては、一応大口径化の可能性があり、かつ低欠陥化の両立できる技術として Na フラックス法に注力をして来ましたが、HVPE もそうですが、いろいろ進展している状況ですので、それはそのプロジェクトを実施するその時、その時に応じて適切なものをチョイスして行くという考え方でプロジェクトを推進しています、この考え方は、当初もそうでしたし、今も変わっていません。

【吉川分科会長】 葛原先生から説明頂きました 4/15 頁の最終目標についてですが、高 In 組成の GaN エピタキシャル成長技術の最終目標の欄の条件として記載されている『In 組成 x 50%』は、すべての InGaN エピタキシャル成長技術の目標の条件と読んでよろしいですか。例えば転位密度の目標に対する条件

になりますか。

それからもう一つ関連して質問させていただきますが、高Al組成のAlGaInエピタキシャル成長技術の最終目標の欄にはN型、P型の均一性の記載があり、私が見ると電子濃度、正孔濃度と読んだのですが、成果の欄では不純物濃度の記載がされていると思います。私は良く理解していないところがあって、要するに質問はInGaIn、AlGaInについては組成範囲全域でこの下に被さっているのか、電子濃度、正孔濃度なのかということは結構重要なところなので、これはどうなっているのでしょうか。

【天野(実施者)】 最終目標のところ、In、Al、N型、P型と書いてありますが、これは不純物濃度を最初から表していました。N型ではシリコン、P型ではマグネシウムの均一性を確認することが最終目標で、その成果がその右に書かれています。

【吉川分科会長】 ということは、典型的なドーパントとしては、N型はシリコンで、P型はマグネシウムであるということを決めて。

【天野(実施者)】 そうです。

【吉川分科会長】 ということは、この最終目標自体もマグネシウム濃度がいくつ以上と書く方が分かり易いということでしょうか。

【天野(実施者)】 そうです。

【吉川分科会長】 そしてこれはIn組成全域で、この0.5以上まで。

【天野(実施者)】 In組成は0.5以上で1までということです。その通りです。

【吉川分科会長】 In組成0.5以上、この領域で転位も10の6乗以下と。

【天野(実施者)】 その通りです。

【橋詰委員】 事業原簿に加速予算が初年度から付いているというのが、ちょっと違和感を覚えるのですが。通常は少しやって、後半、あるいは中盤に付くというのは分かりますが。この加速予算ですが、結構な額が初年度のスタート当初から付いているのは、どういう背景なのかお聞きしたいと思います。

【工藤(推進者)】 中身としては、主に結晶成長とエピタキシャルの成長のところの装置開発をより強化しないといけないということで。

【橋詰委員】 でもスタートですから。最初の計画で、初年度からそれも含めた計画が立てられていると一般的には理解できると思うのですが。

【工藤(推進者)】 言われる通りだと思いますが、加速もそのプロジェクトを開始して数カ月行った後に実施している内容となっています。一応最初の段階でそれなりに成果が出て来ていて、最初の計画上では入れなかった装置の開発を、その後、加速の予算を使って実施したという事例になっています。確かに1年目ということに違和感があるかも知れませんが、最初実施計画上では入れていなかった内容で、初年度に効果が確認できたので、加速を活用したという考え方で、この時はやらせて頂きました。

【橋詰委員】 例えば1年目を終了して2年目に入ったというのであれば、今のような理由が理解できるのですが。そのような事なのですね。

【吉川分科会長】 他にもいろいろと意見があるかと思いますが、本プロジェクトの詳細については、この後、午後にありますので、その際に詳細な質問等を頂くことに致します。

・非公開資料取扱いの説明

非公開資料取扱いについて、事務局より資料2-3、資料2-4に基づき説明が行われた。

－ 昼食 －

<非公開の部>

6. プロジェクトの詳細説明

6. 1 高品質大口径単結晶基板の開発 (大阪大学 森教授)

6.1.1 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (古河機械金属)

6.1.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (豊田合成)

6.1.3 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (日本ガイシ)

省略

－ 休憩 －

6. 2 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術 (名古屋大学 天野教授)

6.2.1 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (住友電工)

6.2.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (昭和電工)

省略

－ 休憩 －

6. 3 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価 (福井大学 葛原教授)

6.3.1 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (サンケン電気)

6.3.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (シャープ)

6.3.3 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (豊田中研)

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

<公開の部>

8. まとめ・講評

【吉川分科会長】 それでは各委員の皆様から講評を頂きたいと思います。

【津田委員】 全体を通して、基本的に新規の材料開発から実際のデバイスの応用まで、非常に広い範囲の中に盛り込んだプロジェクトというところで、実際の運営には大変苦労されたことがうかがえました。いろいろな質疑の中でもありましたが、一つ基本的にはこのプロジェクトのスケジューリングで最初の計画の段階でもう少し考慮の余地があったのではないかと思います。終わってからの話で大変恐縮ですが、中間評価が確か3年目でしたか。その後、もう少しフレキシブルに年度毎に計画の見直しが出来て、フェーズチェンジが出来ていれば、さらにもっと効率の良い開発が出来たのではないかと思います。こういったところは今後も材料と実際のデバイスと、さらには応用までというプロジェクトが想定される場合には、今回のプロジェクト運営でいろいろな考慮をされた内容を活かして、次のプロジェクトを進めて頂きたいと思いました。

【辻委員】 私が特に感じましたのは、チャレンジングな課題に果敢に取り組んで頂いて、結晶の基板技術、エピタキシャル、その課題を発掘するためのデバイス評価ということで、良くここまで出来たものだと思って大変感銘を受けました。

この成果を本当に物にするというところは、それぞれの結晶技術もありますが、やはりデバイスで優位性を示して行くというところで、ある意味では今後最も重要になると思いますので、その辺を今後どのように進めるかが大事です。いろいろな有力メーカーに参加して頂いていますので、うまくリードして頂いて、より強く物にして頂ければ、このプロジェクトは非常に良かったということになると思います。

ので、是非よろしくお願ひ致します。

【只友委員】 上流から下流まで、一部アプリケーションまで含めて、目標に向かって本当にきっちり仕事をされていたと感じました。

ただ全般で感じたことですが、先ほどの知財の話にもありましたが、海外戦略が良く見えませんでした。私も別のプロジェクトで評価される側にいた時に、対外的な特許出願もやって、守るものは守れとしっかりと言われました。その辺のことも触れて頂けたら良かったと思います。

この後の事業化については、いろいろな温度差があると感じました。それも含めてこれからのことなので、NEDO としてもしっかりと指導されれば良いと感じました。

【吉川俊英委員】 窒化ガリウムは LED をはじめ、日本発の材料技術だと思いますので、そうそうたるメンバーのプロジェクトで、本当にいろいろな成果が出ていることを感じています。

やはり材料からアプリに近いデバイスまでやるという垂直統合型プロジェクトは、最近少なくなっているかも知れませんが、やはりこれは重要で、世界的にもまだ続いていると思います。最近日本のプロジェクトは一步間違うと出口、出口だけで、材料に対するお金が果たして出るのだろうかという心配もあるのかと感じていますが、やはりこういうプロジェクトの成果をもっと前面に押し出して、材料からデバイスまで含めてやって頂きたいと思います。

もう一つは、もう少しアプリの人がいても良いのかも知れないと思いました。もちろんスケジュール的には難しいのですが、アプリがあって、それを材料まで戻して欲しい。逆に言えば材料の人が見ているのは、得てしてトランジスタ性能ぐらまでで、トランジスタの人はアプリまで見るのかも知れませんが、逆に材料の人は何をやって良いか分からない。そうでないとコストターゲットも分からないとか、アプリの人と話すともコストターゲットも分かった上で技術開発が出来るので、そういったことがもともとも出来ると良いと思います。逆にアプリとデバイスの人だけでやると材料の人が抜けるので、そうすると夢の世界で語るだけになるので、やはりそういうことも重要ではないかと思ひます。

コストの話も聞きましたが、技術的な信頼度の話が未だなので、今後、信頼度を期待しています。

そしてビジネスモデルと特許です。でも海外には教えないようにノウハウ漏れのしない特許の書き方を是非重視して期待しています。後は使いこなしで何か標準化があるならば、ぜひ標準化もやって欲しい。

その上で日本の技術を守ることも期待しています。

【奥村分科会長代理】 Na フラックス法を最初に知った時には、こんな小さな結晶で、当初の 4 インチという目標設定が本当に行くのか、非常にチャレンジングなターゲットだと思ひていました。それを揺動、ポイントシードというアイディアで検討を進めて大口径化、無転位を示した。非常に良い仕事をされたと思ひます。

惜しむらくはプロジェクトとして供給量が必ずしも十分ではなくて、その後のエピタキシャルグループ、デバイス評価グループとの連携のパイプが少し細かったのが残念でした。

それからエピタキシャルグループは、加圧のデジタルエピタキシー、ALE という方法で In 組成、高い Al 組成のエピタキシャルを開発することで組成範囲を大きく広げた。そして平坦性、大口径化が可能な技術を開発したことで、これもまた良い仕事であったかと思ひます。

ただ GaN 基板との関係の成果というところが、この原簿を読ませて頂いても、また今日のプレゼンテーションを見てもちょっと対応がはっきりとしないところがあったと思ひます。

デバイス評価グループですが、デバイスの特性の評価を通して基板グループ、エピタキシャルグループにフィードバックをかけることが一番重要な目的で、そのために TEG のパターンを始めとして基板技術をきちんと確立されたと思ひています。

全体を通しての感想ですが、もう少し時間があればデバイス特性との関係で GaN のバルク基板を用いる優位性をもう少しクリアに実証するところまで行けたのではないかと思ひています。そのところが

少し残念であったということです。

【吉川分科会長】 それでは最後に私から簡単に講評をさせて頂きたいと思います。

前に座っておられる実施者3名の方々は、日本を代表し、世界を引っ張って行っておられる研究者の方であり、これが日本独自の技術として益々発展することを祈念したいと思いますし、これ迄の実施者の方々のご努力、関係の会社の方も含めて最大の敬意を表したいと思います。本当にご苦労さまでした。益々差別化をしてやって行ける足掛りが出来て来たと本当に実感しています。この3名の実施者のプロジェクトリーダーが葛原先生で、デバイス評価、あるいはそれをフィードバックするという事で、お二人の先生以上に、葛原先生の努力と心労に思い至るところがあって、本当にご苦労さまでした。今日、途中でもありましたが、GaNの基板を作って、低転位化して、もう絶対に良い筈であるという前提でプロジェクトは出来ています。ただ実際にはメリット、デメリットがあって、メリットをここで良い筈だとうたっているのは良いのですが、デメリットも必ずあって、デバイスの場合には、オーバーオールの特徴がすべて効いて特性になって来ています。それを私は良く知っている上でご質問させて頂いたつもりですが、やはりプロセス上で GaN 基板を使ったら絶対に良い筈だと、私個人も自分自身のプロジェクトでもそう思っていました、やってみると結構いろいろ問題点があります。それで是非デメリットについても拾い上げて、最終的なメリットをうたい上げて頂く方が、實際上良いデバイスが出来て来るのではないかと思います。プロセスも含めていろいろなことがあると思います。ただ、最後に締めるとなれば、当初話しましたように、この技術を日本独自のものとして本当に謳い上げて行けるだけの素地が出来たので、関係者の方々に本当に御礼を申し上げたいと思っていますし、益々の発展を期待している次第です。

その後、推進者の電子・材料・ナノテクノロジー部の和泉部長および実施者の葛原 PL からの一言があった。

【和泉(推進者)】 委員の皆様、実施者の皆様、1日どうもありがとうございました。このプロジェクトも、これまでの話にありましたように、部材からデバイスまでの非常に幅広く優れた企業と、世界をリードする研究をされている先生方がおられるという、ある意味、日本の置かれたその状況をうまく使ったプロジェクトではないかと考え、これに取り組ませて頂いています。

私共も出来る限り柔軟な見直し、フレキシブルな対応をさせて頂いており、共通して皆さんが集まって行う技術開発と、それからそれを各企業がどういうふうにもうまく活かして頂くかというところで、集まる場所とそれぞれ分かれるところ、そして今後プロジェクトが終わった後、どのように企業でうまく使って頂くかということなどを配慮したマネジメントをさせて頂いたつもりです。

私共はこれとは別にシリコンカーバイドのプロジェクトも進めさせて頂いています。今日頂いた議論も、そちらの方に活かして行きたいと考えています。

昨年、シリコンカーバイドの中間評価があり、今日とやや反対のような議論が行われたところもありましたが、まだ分からない状況であるのかと思っており、その辺りは良く注意して見て行きたいと思えます。

最後に実施者の皆様にお願ひです。今日お話し頂きましたように、プロジェクトの成果を企業の中で将来の実用化に向かってどう活かして頂くかということが我々の一番のポイントです。

私共はこれからも追跡調査を通じて皆様がどのように取り組まれているかをまた議論させて頂きたいと思えますし、今後の私共の取り組みで何か必要なことがありましたら、議論して頂ければありがたいと思えます。是非このプロジェクトの結果が将来の日本の経済、ビジネスの繁栄につながることを願っていますので、今後ともよろしくお願ひ致します。

【葛原(PL)】 皆さんを代表して一言だけ申し上げます。

今日1日、我々の話がどれだけ伝わっているかが非常に疑問ですし、私自身も皆さんそれぞれの方がお持ちの内容をうまく代弁出来たかどうか疑問が残っております。時間が非常に短くて、直ぐに鐘が

鳴って終わらなければいけないという印象でした。もう少し時間があればと思います。裏の部分がたくさんあります。こういう制限のあるプレゼンですから決しているいろいろな多面からお話し出来ないのが残念でしたが、その中で委員の皆さまから頂いた意見について、私も本当にその通りだなと思う部分がたくさんありました。また、我々にとって一つ一つ心の中に染み込む言葉もたくさんありました。

また先ほど吉川委員から出ていましたが、この技術は日本国産の本当に大事にして来た技術です。これを途中で放ってしまう訳には行かないではないかということを私も本当に心の中に強く思っています。その気持ちと実際の運営をどのようにつなげて行くかを肝に銘じて、ここでこのプロジェクトは終わりますが、決してこの輪を消すことなく、その結束はきちっと出来たと思っていますので、今後も是非温かく、厳しく見て頂きたいと思います。

9. 今後の予定

事務局より資料9に基づいて説明が行われ、今後の予定が了承された。

10. 閉会

事務局の竹下部長からの挨拶の後、閉会した。

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDO における研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 資料 5 事業原簿 (公開)
- 資料 6-1-1 事業原簿 (非公開)
 - 高品質大口径単結晶基板の開発
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (古河機械金属)
- 資料 6-1-2 事業原簿 (非公開)
 - 高品質大口径単結晶基板の開発
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (豊田合成)
- 資料 6-1-3 事業原簿 (非公開)
 - 高品質大口径単結晶基板の開発
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (日本ガイシ)
- 資料 6-2-1 事業原簿 (非公開)
 - 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて (住友電工)

- 資料 6-2-2 事業原簿（非公開）
 - 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（昭和電工）
- 資料 6-3-1 事業原簿（非公開）
 - 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（サンケン電気）
- 資料 6-3-2 事業原簿（非公開）
 - 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（シャープ）
- 資料 6-3-3 事業原簿（非公開）
 - 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（豊田中研）
- 資料 7 プロジェクトの概要説明資料（公開）
 - 5.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果及び実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
- 資料 8-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 高品質大口径単結晶基板の開発
- 資料 8-1-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（古河機械金属）
- 資料 8-1-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（豊田合成）
- 資料 8-1-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（日本ガイシ）
- 資料 8-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術
- 資料 8-2-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（住友電工）
- 資料 8-2-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（昭和電工）
- 資料 8-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価
- 資料 8-3-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（サンケン電気）
- 資料 8-3-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（シャープ）
- 資料 8-3-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
 - 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて（豊田中研）
- 資料 9 今後の予定

以上