

先端技術キーワード解説

知っておきたい最新の動き

[ダイヤモンド半導体]

今、「究極の半導体材料」とされるダイヤモンド半導体の研究開発が活発化し始めています。特性としては、全ての半導体デバイスを置き換えることもできるとさえ言われているポテンシャルを持ちます。年々、注目度が上がっているダイヤモンド半導体とはどのようなものなのでしょうか。

1. ダイヤモンド半導体とは

ダイヤモンド半導体とは、世界で初めての第2周期元素のみからなる半導体になります。(シリコンは第3周期です。)高品質化可能な単元素半導体とされています。

しかも、現在、ホットなSiC(シリコンカーバイド)やGaN(窒化ガリウム)といった次世代パワーデバイス材料よりもあらゆる特性で優位とされています。

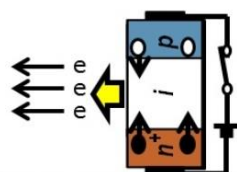
2. ダイヤモンド半導体の特徴

ダイヤモンド半導体は、①ワイドギャップ、②高い絶縁破壊電界、③高い熱伝導率などの他の半導体材料に比較して、優れた特性を持っています。

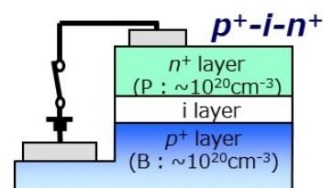
さらに、少し、専門的になりますが、ダイヤモンド特有の以下の物性があります。

- 1) 高濃度ドーピングによる低抵抗ホッピング伝導：絶縁体から超電導まで変化
- 2) 水素終端表面の持つ負性電子親和力：真空レベルが伝導帯底よりも低く電子が漏れ出る
- 3) 極端に長い電子スピン緩和時間：室温動作量子デバイスが可能
- 4) 他半導体の半分の誘電率：新原理の励起子LEDが可能
- 5) 大気中で安定な負性電子親和力 (Negative electron affinity: NEA)

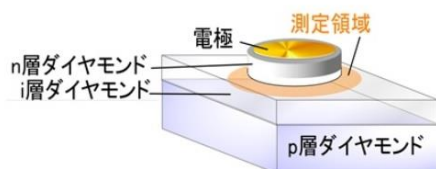
材料の置き換えではない、ダイヤモンドだからできたデバイス開発！



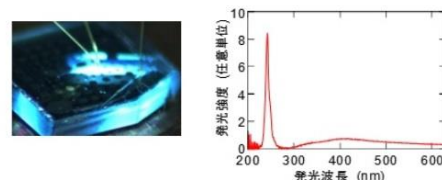
ダイオードから電子が漏れ出る！
超高耐圧用 半導体真空スイッチ



ダイヤモンドなのに大電流が流れる！
高耐圧大電流ダイオード



室温で単光子源、室温で多量子ビット！
室温量子デバイス



間接遷移半導体なのに光る！
新原理 励起子LED

半導体の教科書にないデバイス群

ダイヤモンドは常識はずれのデバイスができる！

3. ダイヤモンド半導体の期待される用途

期待される用途には、以下があります。

- (1) 電気自動車、産業機器などパワー機器
- (2) 宇宙などの過酷な環境での使用する機器
- (3) その他

4. 現状の課題

現状の課題は、やはり、ダイヤモンドの持つコスト、加工の難しさです。特に、ドーピング制御、成長制御などが、シリコンなどと比較して困難とされています。このため、大面積・低コスト基板の製作が難しいとされています。

それでも、現在は、研究レベルですが、基板の製作が実現できてきています。

5. 現在の研究状況

ダイヤモンド半導体の研究開発は日本が先行しています。当初は、欧米が軍事応用目的で開発を先行させていましたが、近年、日本は産業技術総合研究所などが国家ぐるみで取り組んでいます。これにより、世界をリードする立場にあります。

[参考文献]

- 1) 山崎 聡：ダイヤモンド半導体 ―新しいエレクトロニクス材料― (図を引用)
https://shingi.jst.go.jp/past_abst/abst/p/15/kisoken1/kisoken107.pdf
- 2) 産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター ダイヤモンドデバイスチーム
<https://unit.aist.go.jp/adperc/ci/teams/daiatsukuba.html>

(注)

本解説は、執筆当時の状況に基づいて解説をしております。ご覧になる時には、状況が変わっている可能性がありますので、ご注意をお願いします。

無断転載、転載、転用は固くお断りいたします。

Copyright (C) Satoru Haga 2020, All right reserved.

技術・経営の戦略研究・トータルサポーター	工学博士 中小企業診断士 社会保険労務士(登録予定)
ティー・エム研究所	代表 芳賀 知
E-Mail: info_tm-lab@mbn.nifty.com	URL: http://tm-lab@a.la9.jp/