

科学研究費補助金（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	19106006	研究期間	平成19年度～平成23年度
研究課題名	高密度正孔ガスを利用したダイヤモンド高出力ミリ波トランジスタ	研究代表者 (所属・職)	川原田 洋（早稲田大学・理工学術院・教授）

【平成22年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準
A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○	A 当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
	B 当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
	C 当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(意見等)

本研究は、従来の Si や GaAsFET を大きく超えることが求められている高出力、高周波動作を示す FET を、ワイドギャップ、高移動度、高熱伝導性を有するダイヤモンドを用いて実現する研究であり、幾つかの重要な進展があり研究は概ね順調である。

例えば、(110)(111)面利用によるキャリア密度の倍増、正孔蓄積層形成に重要な新プロセス開発により、最大ドレイン電流密度 1.2A/mm、相互コンダクタンス 400mS/mm、と目標値をすでに達成する性能を得、遮断周波数は 45GHzまで増加させている。また、デルタドーピングによる低抵抗層形成を行い、高耐圧化のためのフィールドプレートの基礎となるSiO₂/ダイヤモンド界面の形成に成功している。さらにダイヤモンドの超伝導によるジョセフソン接合の作製・動作や表面終端構造の変調を利用したDNSセンサ等への展開も図っている。

しかし、本研究を包括的に成功させ、実用化へと結び付ける科学・技術とするには、更なる高周波化、高耐圧化等の問題点を洗い出し、具体策を講じることによりデバイス性能向上を実現することが期待される。

【平成24年度 検証結果】

検証結果	研究進捗評価結果どおりの研究成果が達成された。
A	シリコン、化合物半導体でカバーできない極端条件下で動作する次世代トランジスタ材料としてダイヤモンドが注目されており、本研究の目標が達成されれば産業への貢献は計り知れない。水素終端表面による2次元正孔ガスをチャンネルとしたFETを提案し、ゲート絶縁膜、素子構造及び電極界面などあらゆる改善を試みて概ね目標値を達成している。 研究進捗状況報告以降、遮断周波数においては100GHzの目標値に達していないが、例えば、フィールドプレートの基礎となる安定なAl ₂ O ₃ /ダイヤモンド界面の作製に成功し、高出力高速FETの開発に見通しをつけ、さらに、ボロンドープしたダイヤモンドによりジョセフソン接合を実証した。これらの成果はいずれも世界初のトップレベルの成果である。 研究成果として40編の研究論文、107件の国際・国内会議で公表及び20件の招待講演、2件の特許出願を行っており、期待どおりの成果が得られている。