

德國與瑞典利用 SiC 和石墨烯製成電晶體，有望取代 Si

【日經 BP 社報導】德國埃爾朗根-紐倫堡大學（FAU）和瑞典研究機構 ACREO AB 宣佈，雙方合作試製出了電極採用碳材料石墨烯的 SiC 電晶體，該電晶體在室溫下的導通/截止比達到 10^4 ，工作頻率達到 1MHz 以上（通道長約為 $6\mu\text{m}$ 時），常閉和常開模式下均能正常工作。

FAU 和 ACREO 一直在從事新一代半導體元件的研究，希望通過 SiC 和擁有高載流子遷移率的石墨烯的組合，研究出能像 Si 那樣集成、能像 GaAs 等化合物半導體那樣高速工作且具有高耐壓等特點的元件。此次研究成果證實了能夠在可集成邏輯元件中組合使用 SiC 和石墨烯，這是實現其目標的一座里程碑。

製成的元件是 MESFET*構造的電晶體（圖 1）。過去，在 SiC 上形成金屬電極時，都形成了二極體那樣的肖特基接觸*，雖然適用於 MESFET 的柵極電極，但不適合源極和漏極電極。此次通過在源極和漏極電極上採用單層石墨烯解決了這一問題，因為單層石墨烯與 n 型 SiC 的界面是完全沒有整流作用的歐姆接觸*。柵極電極採用了雙層石墨烯，該雙層石墨烯和 SiC 的界面是肖特基接觸。據介紹，雙層石墨烯是 p 型，空穴遷移率在室溫下為 $2000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。

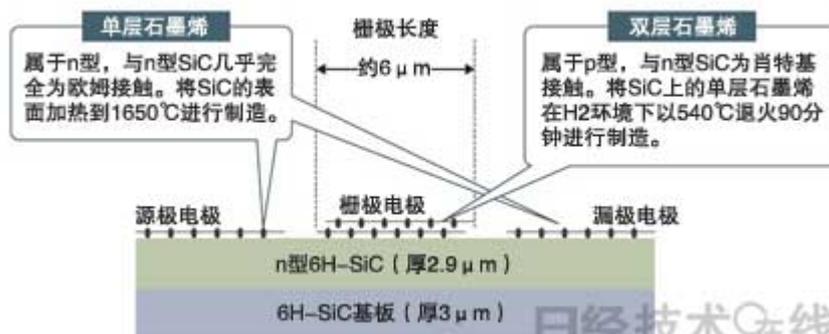


圖 1：利用 SiC 和石墨烯電

極製造 MESFET 電極採用石墨烯、半導體採用 SiC 的 MESFET 的構造。SiC 不容易形成歐姆接觸的電極，而單層石墨烯會自然形成歐姆接觸的電極。另一方面，柵極電極採用雙層石墨烯，還能實現肖特基接觸。

*MESFET：metal semiconductor field effect transistor，金屬半導體場效應電晶體。是指在半導體的通道層上直接形成金屬柵極電極製成的電晶體。通過金屬與半導體的界面形成肖特基接觸，不再需要柵極絕緣層。

*肖特基接觸：在金屬與半導體的界面上產生的有整流作用的接觸。

*歐姆接觸：無整流作用，電流值與載入電壓符合歐姆定律的接觸。

這些石墨烯均由 SiC 生成。並且，在半導體工藝中能夠分別生成單層和雙層石墨烯。本來，SiC 的 $370\text{cm}^2/\text{Vs}$ 載流子遷移率是當前的最大值，即便推進微細化，GaAs 等化合物半導體也趕不上 SiC，Si 就更趕不上了。FAU 和 ACREO 最終打算將擁有高載流子遷移率的石墨烯設計到 SiC 中，像 2D 電子氣*那樣使用。（記者：野澤 哲生）

*2D 電子氣：電子被高密度地限制在半導體中非常薄的 2D 狀空間內的狀態，呈現高載流子遷移率。