

放熱基板用炭化ケイ素

(1985年～現在)

高熱伝導率^{注1} セラミックス基板は1970年代後半から開花した集積回路(IC)のVLSI^{注2}化に相まってICから発生する熱の除去課題に呼応する形で1980年代初期頃から製品化が進化した。セラミックスは耐火材や断熱材に使用される通り熱伝導は低く、単位面積当り電熱器以上に発熱するVLSIは金属Al等に近い熱伝導を有するセラミックス材料の出現が望まれた。このような背景の中、放熱用高熱伝導率SiCセラミックスがIC用パッケージの実装基板として実用化された。現在はコンピュータの実装方式や、ICのバイポーラからCMOS素子への変遷等で使用は減少し、通信や情報処理に使用される半導体レーザー^{注3}の光デバイス分野等の実装基板として使用されている。

1. 製品適用分野

大型汎用コンピュータ、光ディスク記録機(DVDプレーヤ・レコーダ等)。

2. 適用分野の背景

1970年代後半のコンピュータは大型化と演算速度の高速化を計るため、バイポーラ素子の微細化とともに超高集積化(VLSI化)を図った。これに伴いLSIからの発熱が膨大になり、冷却技術とともにICを実装するパッケージ材として金属並みの高熱伝導率を有するセラミックスの出現が望まれた。

3. セラミックスの特徴

アルミナに代表されるセラミックスは機械強度や絶縁性・信頼性は十分なるも熱伝導率が低く、デバイス用Siと熱膨張率が大きく異なるといった性質があった。一方、高熱伝導率の素材として酸化ベリリウム(ベリリア, BeO)があったが、極めて限定された分野での使用であった。汎用的な環境で使用が可能で且つSiと同等の熱膨張率を有する高熱伝導率の基板として絶縁性を兼ねた炭化ケイ素(SiC)が1980年代初頭に生み出された。

4. 製法

SiCセラミックスの基本製造プロセスを以下に記す。第一の工程では原料のSiC粉末と有機バインダ、焼結助剤を混ぜ合わせ、均一なスラリーとした後、スプレー・ドライ法によって成型用顆粒状粉末を作る。次に金型に粉末を均一充填し円盤状にプレス成型した後、成型体を分離材とともに積層して加圧しながら高温真空中(2100℃)で加圧しながら焼結(ホットプレス法, HP法)を行う。焼結した基板は表面を研磨して厚みを調整後、所定のサイズに切断を行い、厚膜法/薄膜法により基板表面に金属配線膜等を形成することでLSI実装用パッケージ基板や配線基板とする。

5. 製品性能

セラミックスとしての性能比較をアルミナ基板と対比して記す。

	SiC	Al ₂ O ₃	BeO	Si
熱伝導率(W/m・K)	300	17	260	135
熱膨張率(10 ⁻⁶ /°C)	3.7	7.2	7.5	3.5
誘電率(RT,1MHz)	45	8.5	6.7	11.9

次に、ICを実装した場合の比較を示す。基板材料を高熱伝導率SiCにすることで熱抵抗は従来のアルミナ比55%に低減することが可能となった(同一形状・構造比較)。

図1に大型コンピュータ用LSIに実装した外観を従来のアルミナ基板と比較して示す。従来のアルミナの場合、十分に良好な熱抵抗を確保するため写真左側に示す通り金属の熱伝導率を組合せる特殊な構造を採用しているが、高熱伝導率SiCの場合は金属並みの熱伝導率から単純な構造で同一の熱抵抗が確保されている。

6. 現在、将来展望

高熱伝導率SiCを図1の様な形で使用するコンピュータの実装形態は使用するLSIのCMOS化やマルチチップモジュール化等で1980年後半に役目が終わり、その後現在に至るまで図2に示す半導体レーザー等の光子用ヒートシンクに供給されている。

今後とも高熱伝導率SiCはパソコン、光通信、光記憶装置等の基幹部品を支える材料として利用・供給されていく。

[連絡先] 関 正俊

日立協和エンジニアリング(株) 営業本部
〒312-8507 ひたちなか市堀口832-2
HP: <http://www.hitachi-kyowa.co.jp/>
e-mail 問合せ: info@kyowa.hitachi.co.jp

見学可能:

(財)日本ファインセラミックスセンタ(JFCC)

Key-words: 炭化ケイ素(SiC)

注1 熱の伝えやすさを示す数値。通常のセラミックスは熱伝導率が低く、アルミナが17W/m・K程度であるのに対し、金属のAl(234W)、Cu(395W)並みのセラミックスの開発が望まれた。

半導体レーザーは概ね0.5W/mm²程度以上の消費電力のため、高熱伝導率の実装材料が要求される。

注2 Very Large Scale Integrated Circuit の略語。巨大規模集積回路。

注3 半導体レーザーはCDやDVDの光ピックアップ、あるいは光通信の信号送信部の心臓部品である。

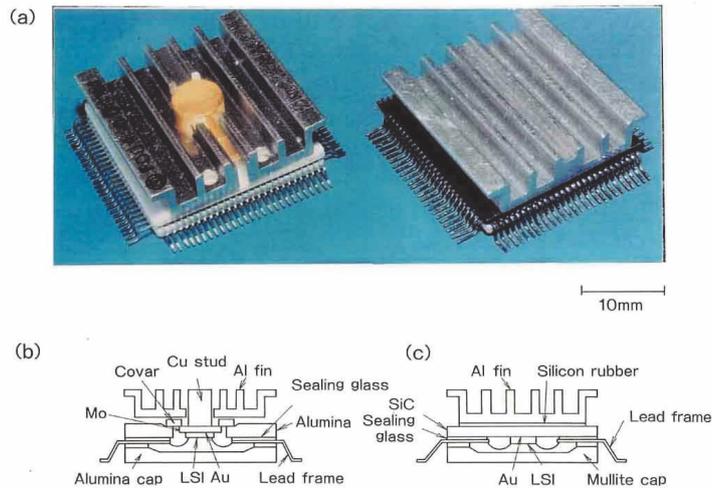


図1 高熱伝導率 SiC セラミックスを適用した大型コンピュータ用 LSI パッケージ
従来のアルミナ製パッケージ（写真左）は良好な熱抵抗を確保するため金属と組合せた特殊な構造を採用している。一方、高熱伝導率 SiC（写真右）は構造の単純化が図れ、良好な熱抵抗が確保出来る。

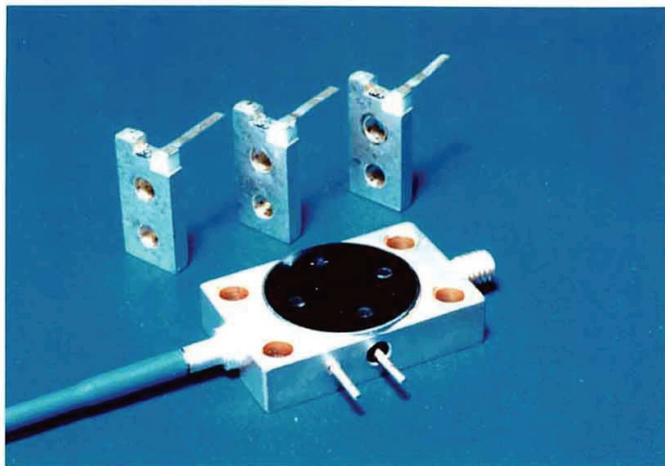


図2 高熱伝導率 SiC 製ヒートシンクを用いた光通信用半導体レーザー
半導体レーザーは概ね0.5W/mm²程度以上の消費電力のため、レーザー素子搭載用に高熱伝導率で且つ素子と同等の熱膨張率を有するセラミックスが要求される。