

Sintesis komposit matriks keramik silikon karbida berbasis polycarbosilane dan karakteristik panasnya sebagai bahan penukar kalor = Synthesis and thermal characteristic of polycarbosilane based silicon carbide ceramic matrix composite for heat exchanger material

Jan Setiawan, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20404555&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Peningkatan efisiensi panas penukar kalor dalam dunia industri dimana bahan logam dan paduan tidak dapat diaplikasikan adalah dengan mengembangkan keramik atau komposit matriks keramik (KMK) sebagai bahan penukar kalor. Silikon karbida (SiC) merupakan bahan dengan konduktivitas panas yang tinggi. Karakter SiC yang brittle dapat diatasi dengan membuat SiC dalam bentuk komposit. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan keramik komposit SiC dari matriks SiC dengan serat nonwoven SiC yang keduanya dibentuk dari polimer keramik polycarbosilane. Serat nonwoven SiC dibuat dengan teknik electrospinning. KMK dibuat dengan metode infiltrasi polimer. Karakterisasi yang dilakukan adalah morfologi, densitas dan karakteristik panas serat dan kompositnya. Pada pembuatan serat nonwoven dengan electrospinning dilakukan variasi tegangan proses yang mempengaruhi penurunan ukuran diameter serat yang dihasilkan. Diameter serat mengalami penurunan sebesar 13% dengan kenaikan tegangan dari 10 kV ke 12 kV, sedangkan kenaikan tegangan dari 10 kV ke 14 kV, diameter serat mengalami penurunan sebesar 33%. Serat yang terbentuk memiliki porositas terbuka yang tinggi dengan densitas yang lebih rendah dari densitas teoritisnya. Porositas terbuka pada serat yang tinggi memberikan keuntungan dalam pembuatan KMK dengan metode infiltrasi polimer. Pendekatan terhadap kapasitas panas spesifik serat dengan kapasitas panas elektron dan kapasitas panas fonon, diperoleh pada serat dengan tegangan 10 kV dipengaruhi kontribusi fonon yang signifikan. KMK dibuat dengan serat nonwoven dan dengan penambahan partikel SiC. Penambahan partikel SiC meningkatkan densitas KMK. Namun porositas terbuka pada KMK dengan partikel SiC relatif lebih tinggi dibandingkan dengan komposit tanpa penambahan partikel. Peningkatan densitas diikuti dengan peningkatan konduktivitas panas KMK. Penambahan partikel SiC mampu meningkatkan karakteristik panas KMK. Peningkatan konduktivitas panas diikuti dengan peningkatan difusivitas panas KMK, dengan nilai tertinggi pada KMK-4PS sebesar $14,00 \times 10^{-6}$ m²/s dengan jalur bebas rata-rata fonon sebesar $3,62 \times 10^{-9}$ m. Distribusi temperatur KMK antara perhitungan analitik dengan pendekatan finite element method diperoleh nilai yang sama. Untuk melihat karakteristik distribusi temperatur KMK terhadap waktu dengan data densitas, kapasitas panas dan konduktivitas panas yang diperoleh, KMK dengan difusivitas panas yang tinggi akan mengalirkan kalor lebih cepat sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur kondisi batas lebih pendek. Waktu tercepat untuk mencapai temperatur kondisi batas terjadi pada KMK-4PS selama 1,36 detik.

ABSTRACT

The Ceramic matrix composites (CMC) are used to improve thermal efficiency of industrial heat exchanger where metals and their alloys are limited in corrosion and high temperature environmental. Silicon carbide (SiC) is a ceramic with high thermal conductivity. Its brittle characteristic can be resolved by producing in composite. In this research, the CMC SiC were built from matrix SiC and SiC nonwoven fibers for both

which used polymer derived ceramic polycarbosilane. The SiC nonwoven fibers were built by electrospinning process. The composites were built by polymer infiltration method. Fibers and composites morphology, density, and their thermal properties were characterized. Processing nonwoven fibers by electrospinning were varied by its high voltage. The voltage variations showed decreasing fibers diameter for 13% with increasing high voltage from 10 kV to 12kV, and for 33% with increasing high voltage from 10 kV to 14 kV. The fibers showed high open porosity with low densities. Open porosity on the fibers was an advantage in processing composite by polymer infiltration. Approach to fibers heat specific capacity by combination electron heat capacity and phonon heat capacity showed that the fibers which processed by 10 kV highly dependent by phonon characteristic. The CMC were built with nonwoven and addition of SiC particles. The CMC with higher density showed higher thermal conductivity. The SiC particles addition increased the thermal characteristics of the CMC. Increasing of thermal conductivity was followed by increasing its thermal diffusivity. The CMC with higher thermal diffusivity was achieved in the KMK-4PS at $14,00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ with phonon mean free path at $3,62 \times 10^{-9} \text{ m}$. Temperature distributions on the CMC were calculated by analytical calculation that compared to finite element method showed no differences. Correlation of the temperature distribution characteristics of the CMC against time that calculated using their density, heat capacity and thermal conductivity data showed that the heat will flow faster in the CMC with higher thermal diffusivity so that the time to achieved the temperature boundary condition more shorter. The fastest time to achieved the boundary condition temperature occurred in the KMK-4PS at 1,36 seconds.