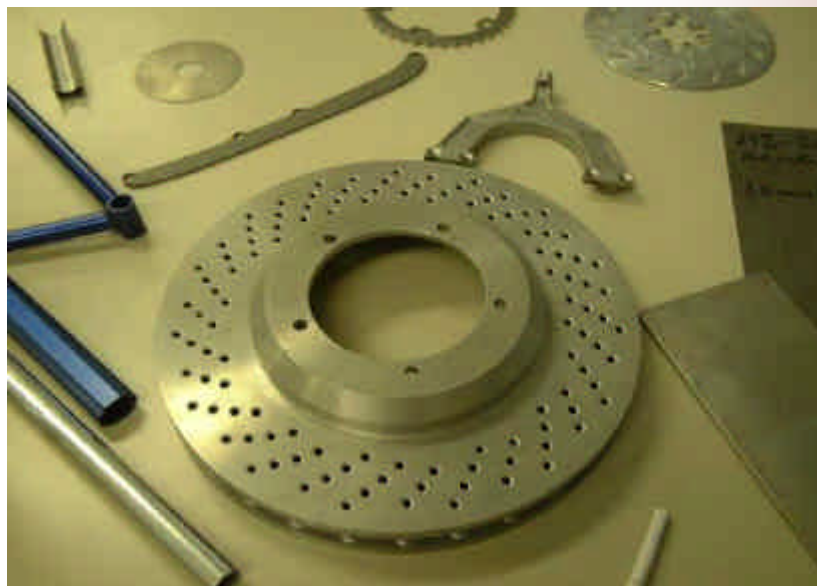




MC-21

Metal Matrix Composite

Al-SiC圧延シート・インゴット



MMCとは？



セールスポイントは、

軽量
高剛性
耐摩耗性

低熱膨張性
高熱伝導性

米国・MC-21社は、アルミニウム溶解中に特殊技術を使って SiC の粒子を均一に混入させ、軽さと強度を持つ新素材を誕生させました。現在、米国内においてその高い熱伝導性そして優れた剛性を注目され電子機器部品、自動車部品、産業機械部品他 様々なアプリケーション用新素材として広範囲に引き合いを受けています。

MC-21

所在地 : 米国・ネバダ州 Carson City

設立 : 1994年1月

社長 : Dr. David M. Schuster

Carson City
Nevada



開発者



社長 : Dr. David M. Schuster

経歴

1967-1982 SANDIA NATIONAL LABORATORIES
1982-1986 SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL CORP(SAIC)
1986-1989 DURAL ALUMINUM COMPOSITES CORP
1989-1994 DURALCAN USA
1994- MC-21

学歴

1966 Ph.D., Material Science and Engineering, Cornell University
1964 M.S., Metallurgical Engineering, Cornell University
1961 S.B., Metallurgy, M.I.T

副社長 : Dr. Michael Skibo

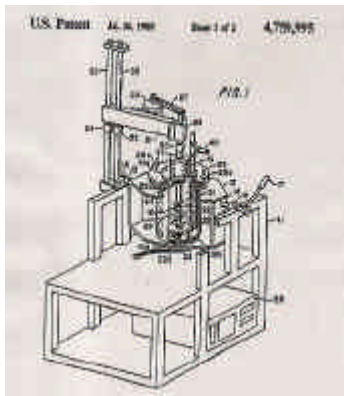
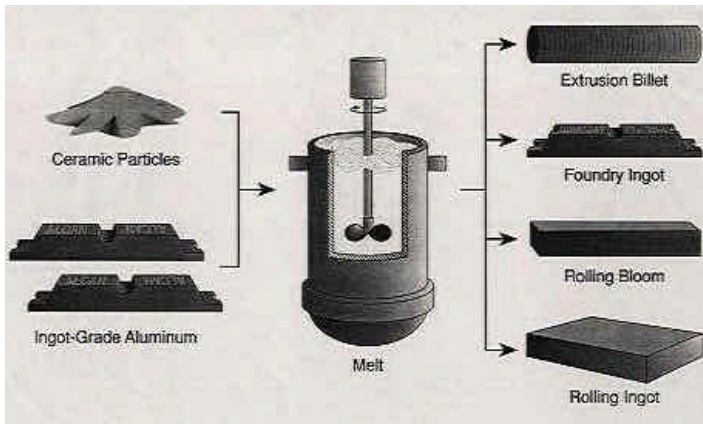
経歴

1978-1982 SANDIA NATIONAL LABORATORIES
1982-1986 SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL CORP(SAIC)
1986-1989 DURAL ALUMINUM COMPOSITES CORP
1989-1994 DURALCAN USA
1994- MC-21

学歴

1977 Ph.D., Metallurgy and Materials Science, Lehigh University
1973 B.S., Metallurgy and Materials Science, Lehigh University

製造方法



- * 低コスト「Stir-Casting工法」
- * 溶解中のアルミ合金 (A359) にSiCパウダーを投入
- * 特許保有「専用拡散羽」を備えた混合炉でSiCを均一に拡散
- * 体積比 1vol.% ~ 40vol.%までのSiCパウダーを自由に混合
- * 平均直径 12 μ mのSiCパウダーを使用 (標準品)

特徴

- 比重が鋳鉄の0.4倍で軽い (20vol.%SiC の場合)
- 対磨耗性が鋳鉄よりも優れている (20vol.%SiC の場合)
- ヤング率が超々ジュラルミンの1.5倍で堅い (20vol.%SiC の場合)
- 熱膨張率がSiCの含有率によってコントロール可能
- 熱伝導率がSiCの含有率によってコントロール可能
- 鋳造、圧延、押出し、鍛造、プレス、切削等の加工が可能

物理特性

材 料	引張強さ (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸 び (%)	せん断強さ (N/mm ²)	縦弾性 係 数 (N/mm ²)	比 重	溶 融 点 ()	導電率 (ACS%)	熱伝導度 (20) (W/m・)	線膨張係数 (20) (10 ⁻⁶ /)	
20vol.%-SiC in A 359 アル合金-T6	454.0	413.7	3		110.3	2.80	555	33(板) 25.5(鋳物)	185	14.5	
鉄	鑄 物	206	172	0.5	302	96	7.10	1093~ 1316	2	50	10.1
	板	350	213	21	288	192	7.65	約1530	16	70	11.7
銅	硬 質	343	309	6	192	117	8.90	1065~ 1082	100	390	16.8
	熱間圧延材	233	69	45	158	117	8.90	1065~ 1082	100	390	16.8
アルミニウム	1200-H18	166	152	5	89	68.0	2.71	646~ 657	57	220	23.6
	7075-T6	566	496	11	338	70.7	2.80	476~ 638	33	130	23.6

成分

母材 :A359アルミ合金の成分

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Ti	その他	Al
8.5 ~ 9.5	0.20 Max	0.20 Max	-	0.45 ~ 0.65	-	0.20 Max	0.03Max 0.10 total	残部

SiC 粒径

	平均粒径	粒径分布	規格
標準 SiC	12.8um	5 ~ 20um	FEPA 600 Size
低価格 SiC	10um	3 ~ 20um	FEPA 600 Size

摩耗特性の比較

摩耗特性の比較(6061/Al₂O₃/xx_p*-T6を6061-T6と比較)

試験方法

リング上ブロック
スラストワッシャー
サンド摩擦

10%含有

326倍改善
耐摩耗性55倍改善
材料損失66%低減

15%含有

504倍改善
材料損失80%低減

銅とMMCシートとの比較

銅とMC-21のMMCシートとの比較

材料	密度 (lb/in ³)	熱膨張係数 (ppm/K)	熱伝導性 (W/mK)	固有弾性係数 10 ⁶ (in ⁻¹)
銅	0.323	17	400	58
MMC (SiC/Al)	0.1	9-15	175	160-200

材料	シートコスト/ポンド	シートコスト/ in ³	めっきの要否
銅	~ \$ 2.00/lb	\$ 0.65/ in ³	要
MMC (SiC/Al)	~ \$ 1.70/lb	\$ 0.17/ in ³	不要

供給形状

* シート

寸法 (mm) : L540xW210xT0.5 ~ 10 SiC含有量 1% ~ 20%

* 3.9kg圧延用スラブ

寸法(mm) : L250xW225xT25 SiC含有量 1% ~ 40%

* 4.5kg鑄造用インゴット

SiC含有量 1% ~ 40%

狙い



1. 鋳鉄の対磨耗性を保ちながら、軽量化させたい部品
2. アルミの比重を保ちながら、強度をアップさせたい部品
3. 銅の熱伝導性を保ちながら、熱膨張率を小さくさせたい部品

アプリケーション例

* 自動車部品

ブレーキローター及びドラム
ブレーキキャリパー
シリンダーライナー
ブレーキパッド/バックプレート
トランスミッションコンポーネント
ターボチャージャーインペラー
ドライブシャフト
トラック トラクター レイル

* レクリエーション

自転車用部品
セイルポート用マスト
ゴルフクラブ用ヘッド/シャフト
スキーポール
アローシャフト
バックパックフレーム

* 産業機械部品

ブレーキローター
コンプレッサースクロール
パイプラインピストンインサート
スモールエンジンコネクティングロッド
ファイヤーホースコネクター

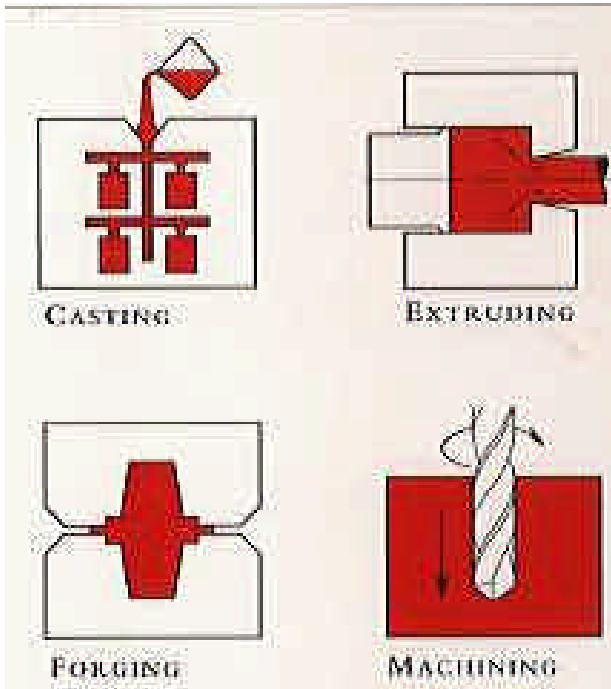
* 電子機器部品

ヒートシンク
ヒートスプレッダ
プリント基板サブストレイト
ハードディスク
アクチュエーター

* 介護用品

車椅子用フレーム
車椅子用リム
車椅子用ハンドリング
クラッチ
義肢

加工方法



* 鋳造

溶湯鍛造法 (高圧鋳造法)
スクウィズ キャスティング法
低圧鋳造法 他

* 切削

* 圧延

* その他

* 押出し

* 鍛造

* スタンピング

* 溶接

* アルマイト等可能

鑄造加工製品



4.5kg鑄造用インゴット



後輪ブレーキドラム
(GM/EV1)



後輪ブレーキディスク
(ポルシェ)



ゴルフヘッド (LANGERT)



自転車用ブレーキディスク
(DIA-COMPE)



自転車用フォーク



後輪ブレーキローター
(Plymouth Prowler)

切削加工製品



ハードディスクドライブ用
アクチュエーター



ハードディスクドライブ用
アクチュエーター (サイドビュー)



自転車用ギア変速機



自転車用歯車

* 切削加工用推奨バイト

多結晶ダイヤモンド

焼結タングステンカーバイド



スケート用ブレード

圧延加工製品



ハードディスク
(圧延 打抜き)



シート
(圧延)

* 圧延加工 (MC-21委託の場合)

幅 :最大210mm

長さ :最大540mm

厚み :最薄0.5mm ~ 最厚10mm

その他加工製品



半導体用ヒートスプレッダ-
(圧延 プレス加工)



チューブパイプ
(押し出し加工)



自転車
(押し出し 溶接加工)



自転車用フレーム
(アルマイト加工)



自動車用ドライブシャフト
(押し出し 溶接加工)



自転車用リム
(押し出し 鍛造加工)

保有設備 1



* 60kg混合炉

0 ~ 40vol.%SiCパウダーと
アルミ合金A359を均一に混合



* 60kg保持炉

混合済みMMCを保持

生産能力 : 4,000kg/月

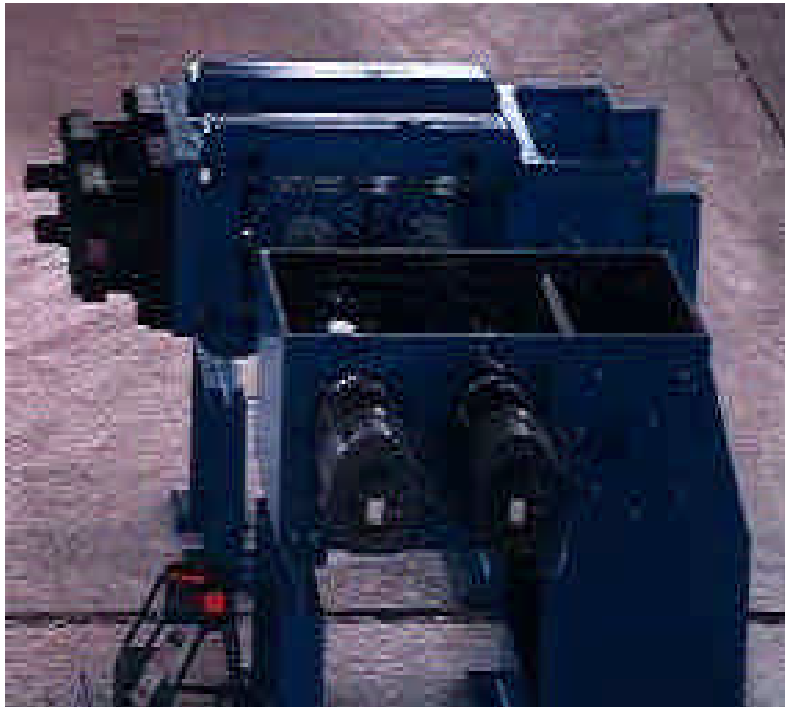
保有設備 2



- * 600kg溶解炉 (奥)
- * 600kg混合炉 (中)
- * 600kg保持炉 (手前)

生産能力 : 18,000kg/月

保有設備 3



* 連続圧延機 「ロールキャスト」 (2002年春稼動予定)

特徴

- 1.液体状態のMMCからダイレクトにシートにできる為、短時間で大量のシート製造が可能
- 2.従来の圧延方法よりも安価にシート製造が可能
- 3.世界初の技術

保有設備 4

- * 標準圧延機 ----- 1台
- * ロール板巻取り機 --1台
- * 板加熱オーブン -----1台
- * 板せん断機 -----1台



他社比較 1

D社製MMCとMC-21社製MMCの比較

	D社	MC-21
混合炉(ミキサー)サイズ	2000kg (x3)	600kg+60kg
溶解温度	高い	低い
溶解条件	液相	固液相
攪拌スピード	普通	早い
ドロス	普通	少ない
湯流れ	普通	良い
SiC含有範囲 (母材:A359アルミ合金)	0-20%	0-40%
標準SiC		
低価格SiC	×	
評価時価格	普通	高い
量産時価格	普通	安い
インゴット供給		
スラブ供給	×	
MMCシート供給	×	
連続圧延機「ロールキャスター」	×	
Al ₂ O ₃ 含有 (母材:6061アルミ合金)		
グラファイト含有 (母材:A359アルミ合金)	×	
ダイヤモンド含有 (母材:A359アルミ合金)	×	
ライセンス提携	×	
製造装置販売(溶解炉、混合炉、保持炉、ロールキャスター)	×	
鋳造品供給(スクイーズ)	×	
スクイーズ鋳造装置販売	×	
加工技術提携	×	
混合技術特許		

他社比較 2

主要Al-SiMMCメーカー	製法	特徴	長所	短所	ライセンス先
米国 C社	加圧浸透法	予めスポンジ状のSiCで最終形状に近い形を作っておく(プリフォーム)その後、高圧をかけてアルミを染み込ませる。	60%以上の高含有が可能	二次加工が出来ない、高価、量産が難しい、30%以下の低含有が難しい	H社
米国 L社	非加圧浸透法	予めスポンジ状のSiCで最終形状に近い形を作っておく(プリフォーム)その後、加圧しないで化学的にアルミを染み込ませる。	60%以上の高含有が可能	二次加工が出来ない、高価、量産が難しい、30%以下の低含有が難しい	A社
日本 S社	焼結法	アルミの粉末とSiCの粉末をバインダーを使って最終形状に焼結する	60%以上の高含有が可能	二次加工が出来ない、高価、量産が難しい、バインダーが混入される分特性がやや落ちる	
米国 D社	Stir-Cast法(溶解法)	アルミ溶解中にSiCパウダーを混入させ攪拌する	鑄造・圧延・切削・押し出し等の二次加工が可能、安価、量産に移行しやすい	20%以上の高含有が出来ない	不可
米国 MC-21社	Stir-Cast法(溶解法)	アルミ溶解中にSiCパウダーを混入させ攪拌する	鑄造・圧延・切削・押し出し等の二次加工が可能、安価、量産に移行しやすい、製法開発者が経営者	40%以上の高含有が出来ない	米国 D社

他社比較 3

主要Al-SiMMC メーカー	量産性	鋳造	圧延	押出し	鍛造	切削	高含有 (60%以上)	中含有 (30%~ 60%)	低含有 (20%以 下)	価格	SiC以外の 含有	自動車ア プリケーシ ョンの 実績
米国 C社	×	×	×	×	×				×	高い	不明	無し
米国 L社	×	×	×	×	×				×	高い	Al2O3	ブレーキ、 IGBT (電子 制御基板)
日本 S社		×	×	×	×					基準	不明	不明
米国 D社			×				×	×		安い	Al2O3	ブレーキ、 プロペラシャ フト他
米国 MC-21社							×	(40%以 上は開発 中)		安い	Al2O3、 グラファイト、 ダイヤモンド は開発中)	ブレーキ(開 発試作)

お問い合わせ先

株式会社マツボー

情報機器第1部 担当 樋口

〒105 - 0001 東京都港区虎ノ門3 - 8 - 21 33 森ビル

TEL:03-5472-1722 FAX:03-5472-1720

E-mail: higuchi@matsubo.co.jp

ホームページ: <http://www.matsubo.co.jp/>