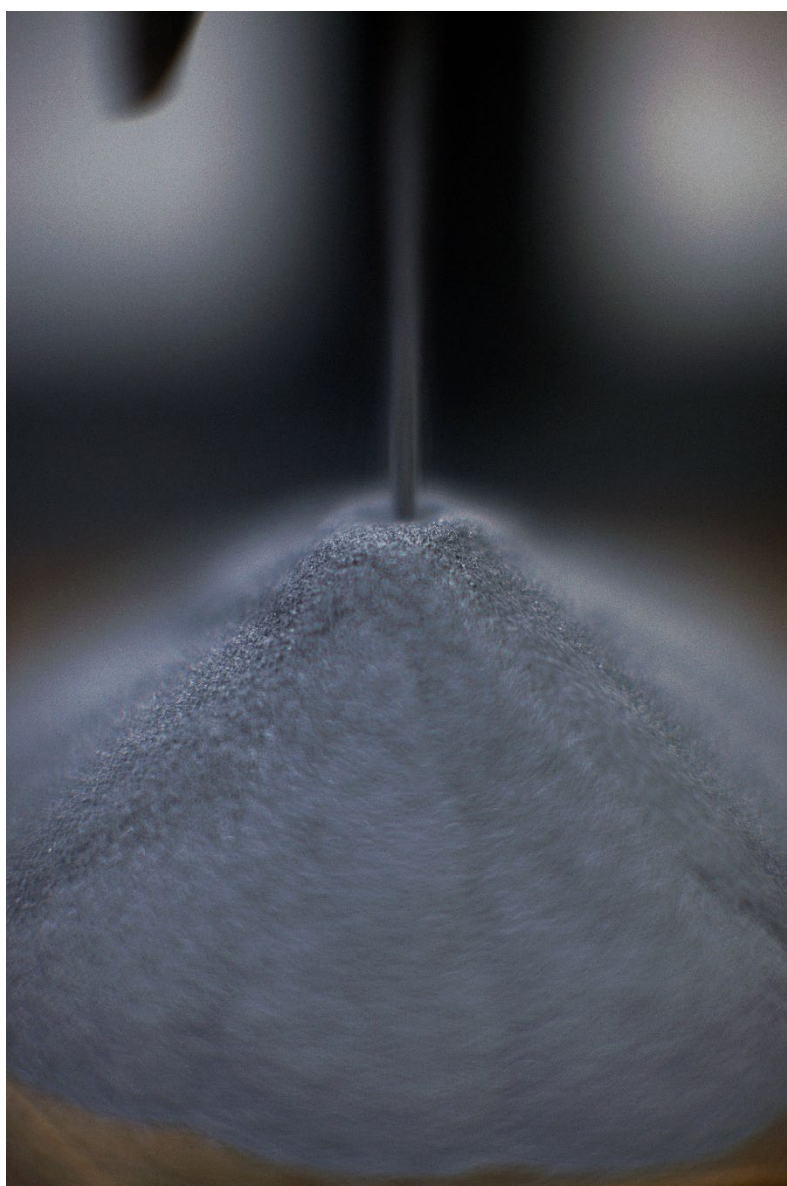


Somaloy®

へガネス製 電磁気製品向け軟磁性複合材料
(SMC 材)

June 2021



材料概要

Höganäs AB 社の Somaloy®は、図 2 に示すように、ナノレベルの薄膜絶縁被覆を施した高純度鉄粉です。平均粒径約 50、100、250µm の三種類のベース粉末から選択が可能です。また Somaloy®グレードは組み合わせる被覆、潤滑剤に基づいて、1P、3P、および 5P のパフォーマンスレベルが分類されています。最終到達性能は、こちらの Somaloy®グレードの選択と、圧縮成形工程、熱処理工程に大きく影響を受けるものとなり、これらの最適化が重要な要素となります。

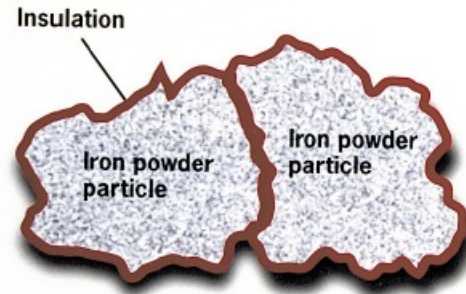


Figure 1. SMC powder particle with electrically resistive coating.

圧縮成形工程においては、成形プレスの容量と、成形コア形状およびサイズによって、到達可能な圧縮力が制限されます。また、不適切な成形工程を踏むことで、絶縁被覆が破壊され、結果として目的の電磁気特性を得る事が出来なくなるリスクがあります。熱処理工程では、成形時の応力歪みを緩和するための、焼鈍温度が重要となります。最適な熱処理工程では、潤滑剤などの不純物を除去し、焼鈍によりヒステリシス損失を減少、また透磁率が向上します。本工程にて絶縁被覆の耐熱温度を超えた場合、絶縁被覆が破壊され、電磁気性能特性及び機械特性にも悪影響を及ぼすリスクがあります。

1P 材は標準グレードになります。無機絶縁被覆が施され、コアの熱処理は約 500°Cの大気雰囲気で行われます。

3P 材は、1P 材と異なる潤滑剤を使用します。熱処理工程は水蒸気雰囲気で行われるグレードとなります。水蒸気処理により、圧粉体内の空孔を四酸化三鉄で埋める事で、機械強度を向上します。3P 材の熱処理最高温度は約 500°Cです。

5P 材は Somaloy®グレードでは最も低鉄損となるグレードです。650°Cまでの熱処理温度に耐える本グレード専用の絶縁被覆を施しており、熱処理後の残留応力が最小限に抑えられます。

工程概要

SMC 材粉末は、コア性能に影響を及ぼす圧縮成形、熱処理プロセスの要素を考慮して開発、製造されます。成形工程を図1に示します。こちらでは、粉末を金型キャビティに給粉後、高圧圧縮成形され、ネットシェイプコアとして金型より抜き出されます。次工程である熱処理では、制御された温度プロファイルにて、コア内部の残留潤滑剤を除去、歪取りを実施、機械強度を向上させます。使用する熱処理炉は大気や不活性ガス等の最適な雰囲気を提供する機能を有しています。

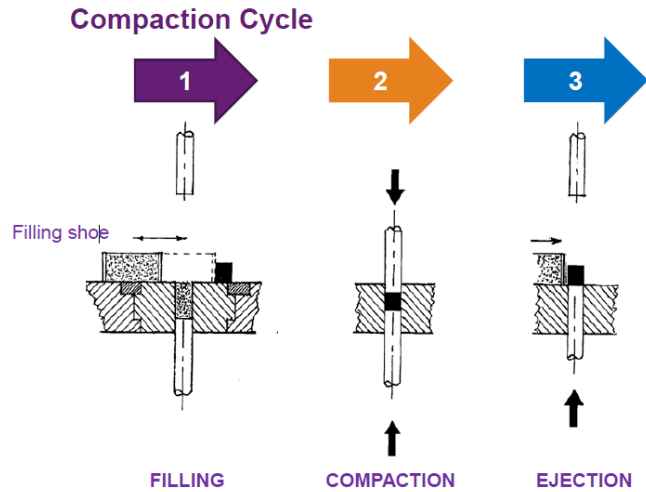


Figure 2. The PM Powder Metallurgy forming process in three steps

部品密度は圧縮力に依存し、高密度化する事で磁気特性も向上します。各周波数域での鉄損は SMC 材の粒径に影響を受け、モータのような比較的 low 周波数域の用途では粗大粒径が最適な選択となります。逆に、高周波用途ではより表面積を増やして強力な被覆を付与する事が可能な小粒径粉末が高周波損失低減に最適です。SMC 材の詳細説明は以下に続きます。

SMC 材と積層鋼板材の材料データ比較

SMC 材の材料データは断面積が 25mm² のリング(外径 55/内径 45/高さ 5mm)を用いて測定されます。これは実際のコア製品と同等のもので、積層鋼板材であれば、打ち抜き、カシメ等の処理を経たリングコアに相当します。通常、積層鋼板材の材料データは、加工処理等を行わない鋼板単体としてのものになります。SMC 材はこのような試験を実施しないため、材料データシート上での対等な特性比較はできません。積層鋼板コアを設計する際に考慮する占積率等の要素は SMC 材では必要ありません。

Somaloy® グレード

Somaloy material	Density [g/cm ³]	Resistivity [μOhm m]	TRS ambient [MPa]	B@ 10000 A/m [T]	μ _{max}	Core losses @ 1T [W/kg]				
						Cross-section 5x5 mm				15x15 mm
						100 Hz	400 Hz	1000 Hz	2000 Hz	1000 Hz
Large particles #40										
Somaloy 700HR 5P	7.50	700	60	1.57	600	6.6	30	92	241	106
Somaloy 1000 5P	7.52	90	65	1.59	720	6.6	31	103	-	217
Somaloy 700HR 1P	7.45	1000	35	1.53	440	10.0	43	125	307	136
Somaloy 700 1P	7.45	400	40	1.56	540	9.9	43	126	312	152
Somaloy 700HR 3P	7.52	600	120	1.57	770	10.4	45	130	319	147
Somaloy 700 3P	7.57	200	125	1.61	850	10.2	45	132	331	183
Somaloy 1000 3P	7.56	70	140	1.63	950	10.3	46	143	-	288

Somaloy material	Density [g/cm ³]	Resistivity [μOhm m]	TRS ambient [MPa]	B@ 10000 A/m [T]	μ _{max}	Core losses [W/kg]				
						Cross-section 5x5 mm				15x15 mm
						100 Hz 1 T	1 kHz 1 T	5 kHz 0.5 T	10 kHz 0.1 T	1 kHz 1 T
Medium particles #100										
Somaloy 130i 5P	7.44	20000	35	1.47	350	8.0	93	205	24	94
Somaloy 130i 1P	7.35	8000	33	1.40	290	12.0	132	264	29	134
Somaloy 500 1P	7.37	70	50	1.51	500	12.6	156	387	-	305
Fine particles #200										
Somaloy 110i 1P	7.26	7600	34	1.33	220	14.4	153	276	27	155
Somaloy 110i 5P	7.30	18000	42	1.33	220	9.9	108	209	18	109

Typical product data 800 MPa compaction pressure, magnetic data measured according to CEI/IEC 60404