

Large Sized MnZn Ferrite Single Crystals for Magnetic Heads of VTR

要旨

川鉄鉱業(株)は、従来から単結晶育成に利用されている3分割制御縦型ブリッジマン炉を改良することと、育成条件を最適化することにより、VTR用磁気ヘッド材料であるM/Zフェライト単結晶において、26kgという従来結晶の7倍強の重量を持ち、 $\phi 110 \times 580$ 長という大型サイズの単結晶育成技術を開発した。育成された単結晶は、ほぼ結晶全域にわたり、組成変動が $\pm 0.5\%$ 以内という組成均一性を持ち、クラックの発生もほとんど見られないという特徴を持つ。本報告では、大型M/Zフェ

Synopsis:

Kawar M g C ., L e . a g M Z f e r g c a a a g e c a f e r a c f r a c b a r g c e f 3 a r e c a B g a f a c a b e r g c a g w e c e T w g e f a g c a 26 k g , w 110 a e a 580 g e , a a e 7 e a a c e a . T c e f a r f M Z f e r g c a a f e f c w e $\pm 0.5\%$, a a f f c a c k a g f g f e c a . I e c e f a a e f c a g g w e c e a f c a c k w c w a b a b c g e a e b .

1 緒 言

M/Zフェライト単結晶は、 M_2O 、 Z_2O と F_2O_3 からなる3元系の酸化物単結晶である。この単結晶は磁気特性および耐摩耗性に優れているため、主にVTRの磁気ヘッド材料として使用されている。単結晶育成方法としては、一般的にるつぼ内で融液を固化させるブリッジマン法が用いられている。しかし、育成速度が数 $\mu\text{m/s}$ と小さいために育成期間が長く、生産性が低いことが難点である。

川鉄鉱業(株)では、生産性を向上させるべく、単結晶の大型化の開発に取り組んだ。その開発過程において問題となったのは、成長方向の組成変動とクラックの発生である。結晶中の組成変動は、単結晶の長尺化において歩留まり低下の原因となり、効果を低減させる可能性がある。これは、磁気ヘッド用材料として最も重要視される磁気特性が組成で決定されるため¹⁾、結晶中の組成ずれが最終製品である磁気ヘッド特性のパラッキへ直接影響し、製品歩留まりの低下を招くからである。また、結晶中のクラックの発生は、所定形状の製品切り出しが不可能となるため、歩留まりを悪化させる。したがって、これらの問題を解決しなければ、単結晶を大型化しても歩留まりが悪く、生産性は向上しない。我々は、上記の問題を解決することにより、 $\pm 0.5\%$ の組成均一性を持ちクラックのほ

とんどない $\phi 110 \times L 580$ というM/Zフェライト大型単結晶の育成を可能とし、現在安定的に工場生産を行っている(Photo 1)。本論文では、組成変動とクラックの防止方法について述べる。

*平成14年4月5日原稿受付

ト焼結体)を、炉頂より炉内の結晶育成用つば上部に設置された滴下るつば内へ一定の間隔で連続的に投入する。ペレットは滴下るつば内で融けて液滴となり、結晶育成るつば内の融液上へ滴下する。原料ペレットの供給速度を育成るつば降下速度すなわち単結晶育成速度と同期させ、かつ、液層から単結晶として析出する組成が一定となるように供給するペレットの組成を適切に選ぶ。このことにより、るつば内の液層厚と液層組成を常に一定となるように保つことができる。その結果、ペレットを投入しながらるつばを降下させる滴下育成を連続して行うことで、組成が均一で長尺の単結晶育成が可能となる。しかし、実際の結晶育成においてこの原理にしたがい単純に滴下操作を行っただけでは結晶の組成が均一にはならない。その原因としては、結晶育成中の炉内温度の変動が考えられる。すなわち縦型管状炉内で結晶育成を行った場合、ヒーター温度を一定に保ったままでは結晶の成長により炉内の温度が変動する。このた

にクラックが発生している可能性があるといえる。

上記の熱応力計算結果に基づいて、熱応力が低減できるように温度分布を改善してクラック抑制のための育成実験を行った。その単

布は計算を簡略化するため直線近似している。炉内の軸方向の中心部分で温度が低く、温度分布にくびれた部分が現れているのが特徴である。この状態から、炉内温度全体を一定速度で冷却した時の結晶内温度分布を計算し、その温度分布から熱応力を算出した。熱応力分布の計算結果を Fig. 8 (b) に示す。応力分布は半径方向に対称であるため、結晶を縦割りにした半分の領域のみを示す。熱応力が最も大きい場所は、軸方向の中心の結晶表面であることが分かる。この位置は、Fig. 8 (a) で示した温度くびれ部に対応している。したがって、温度くびれ部で発生する大きな熱応力により、単結晶中