



©Hitachi Global Storage Technologies

開発エンジニアのための TRIZ推進活動とその実務適用例

(株)日立グローバルストレージテクノロジーズ

☆ 有坂 寿洋
鈴木 博之
津波古 和司

© 2006 Hitachi Global Storage Technologies

1

HGSTの御紹介

■ (株)日立グローバルストレージテクノロジーズ

■ 設立 : 2003年

■ 従業員数:

ワールドワイドで約30,000人

■ 米国本社:

3403 Yerba Buena Rd.
San Jose, CA 95135



■ 日本支社:

神奈川県 小田原市

設立 : 1966

業務 : HDD 開発・製造

神奈川県 藤沢市

設立 : 1972

業務 : HDD 開発、セールス



■ その他海外支社:

San Jose, US / Shenzhen, China / Guadalajara, Mexico / Laguna, Philippines
/ Prachinburi, Thailand
/ Rochester, Minnesota / HSPC, China / Singapore / HGSP, Shenzhen, China

ハードディスク開発におけるTRIZ推進活動

推進活動の方針

- 人気のある物理矛盾と技術的矛盾・発明原理を中心に日常業務での展開を図った。
- ハードディスクの専門用語と矛盾マトリックスのパラメーターの相関表を作成し、容易に日常の技術問題に適用できるようにした。
- 現行のハードディスクに用いられている特許と40の発明原理の相関表を作って特許作成をサポートした。

⇒ **ハードディスク開発への初めての
TRIZ適用の試み**

Key Word of HDD parameter	TRIZ 48 Parameters
Bit length on the Disk	静止物体の長さ・角度 (4)
Error Rate	時間の損失 (26)、情報の損失 (28)
Seek Time	移動物体の動作時間 (12)
Weight Saving	静止物体の重量 (2)
Sound	雑音 (29)
Thermal Stability	安定性 (21)
Track Per Inch	情報の量 (11)
Reliability	信頼性/ロバスト性 (35)
Write Fault Frequency	情報の損失 (28)、時間の損失 (26)
Power Consumption	エネルギーの損失 (27)
Positioning Accuracy	信頼性/ロバスト性 (35)
Rotational Waiting Time	時間の損失 (26)
Cost	生産性 (44)
Radiation	温度 (22)
Detectability of media defect	検出/測定的能力 (47)
Test Time	Loss of Time (26)、Productivity (44)

発明原理	定義	HDDに用いられている特許例
1. 分割	システムを分離した部分あるいは区分に分割する。 組み立てと分解が容易なようにシステムを作る。	MR Head Thermal Flying Height Control Virtual Track Table
2. 分離	システムが提供している複数の機能の中の一つ(以上)が、ある条件下では必要とされない(かつ有害な可能性がある)場合にはそれらの機能を分離し、あるいは分離可能なようにそのシステムを設計する。	Media Servo Write P2 Connector Adaptive Format
4. 非対称	物体やシステムが対称的、あるいは対称の線[対称の中心・線・軸]を含んでいるところに非対称性を導入する。	Streamline Suspension
6. 汎用性	一つの物体やシステムが複数の機能を実行できるようにし、他のシステムの必要性をなくす。	No ID Format
7. 入れ子	一つの物体あるいはシステムを別のものの内部に入れる。	Wedge Servo
9. 先取り反作用	一つの作用が有害効果と有用効果を持つ場合、予め反対の作用(すなわち反作用)を施し、有害な効果を減じるか除去する。	RRO Feed Forward Write Compensation
10. 先取り作用	物体またはシステムに有用な作用を、それが必要となる前に(十分に、あるいは部分的に)導入する。	Look Ahead Function
11. 事前保護	物体の信頼性が潜在的に低い場合に、それを緊急時に補償するためのバックアップを導入する。(ベルトとズボン吊り)	Reassign Function ECC Function

1. 低速回転エラーリカバリー

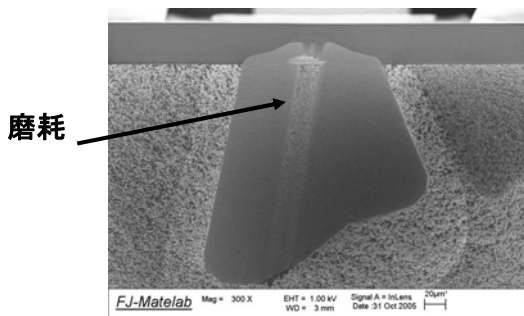
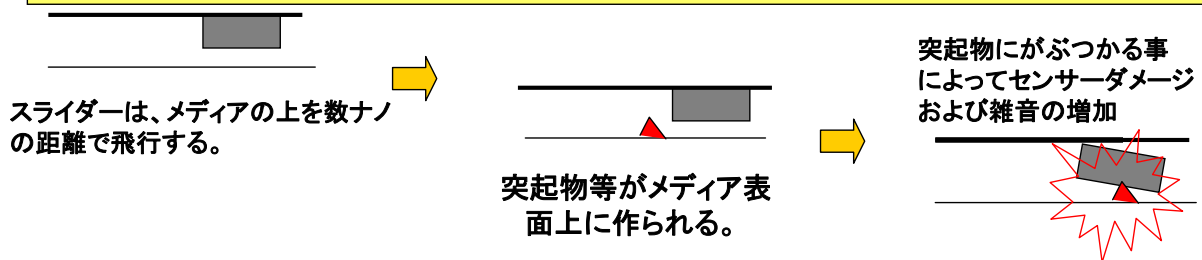
- ・矛盾マトリックスの適用

2. 高精度位置決め制御用アクチュエーター の設計

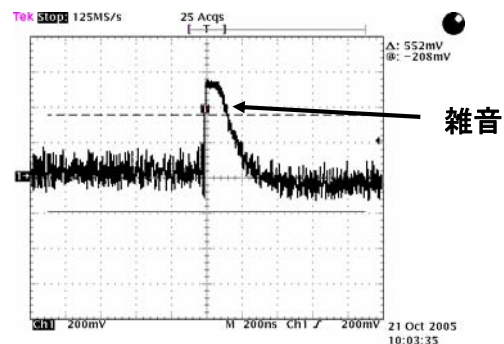
- ・従来設計法に対する心理的障壁の打破
- ・設計フローに対するクラシカルTRIZツールの機能グラフを用いた分析

実務適用例 1 背景：浮上スライダーの信頼性

ハードディスクのスライダーの低飛行にともない、数ナノの塵埃や傷で容易にスライダーのセンダ部のダメージや読取信号のノイズ増加が発生



センサー表面のダメージ



読取信号の雑音

改善したいパラメータ： スライダーの飛行高さを低くする

- 3: 移動物体の長さ / 角度

悪化するパラメータ： 電気信号上の雑音の増加

読み取りセンサーへのダメージ増加

- 29: 雑音
- 35: 信頼性 / ロバスト性

- スライダーの飛行高さの低下は、信号の雑音増加とセンサーダメージの増加を加速する。

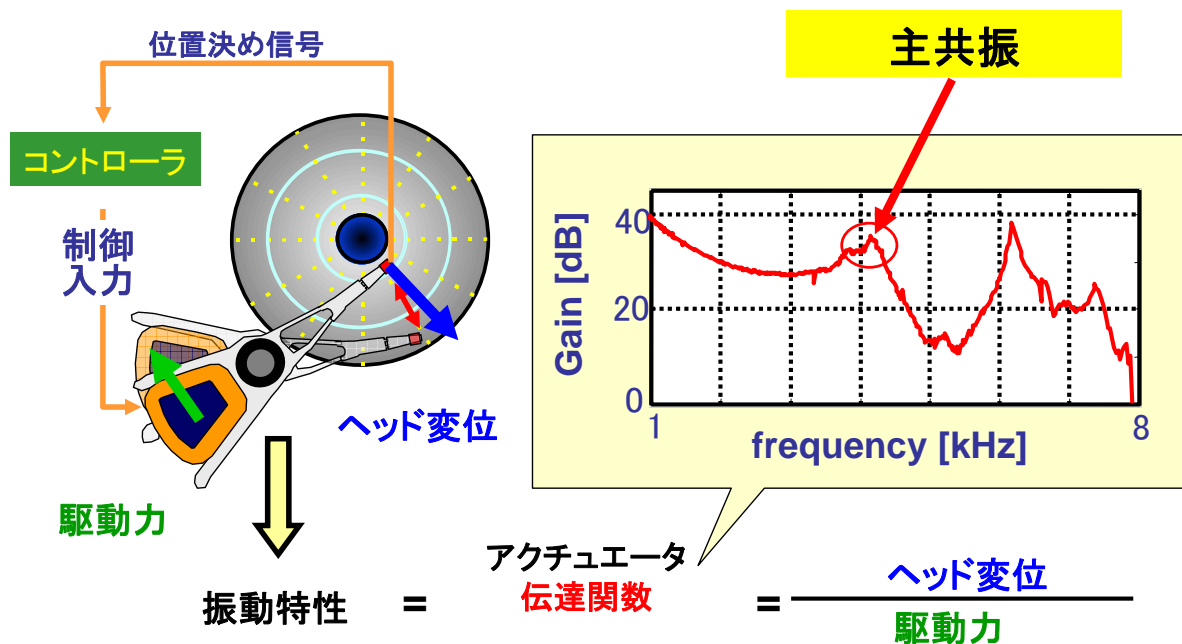
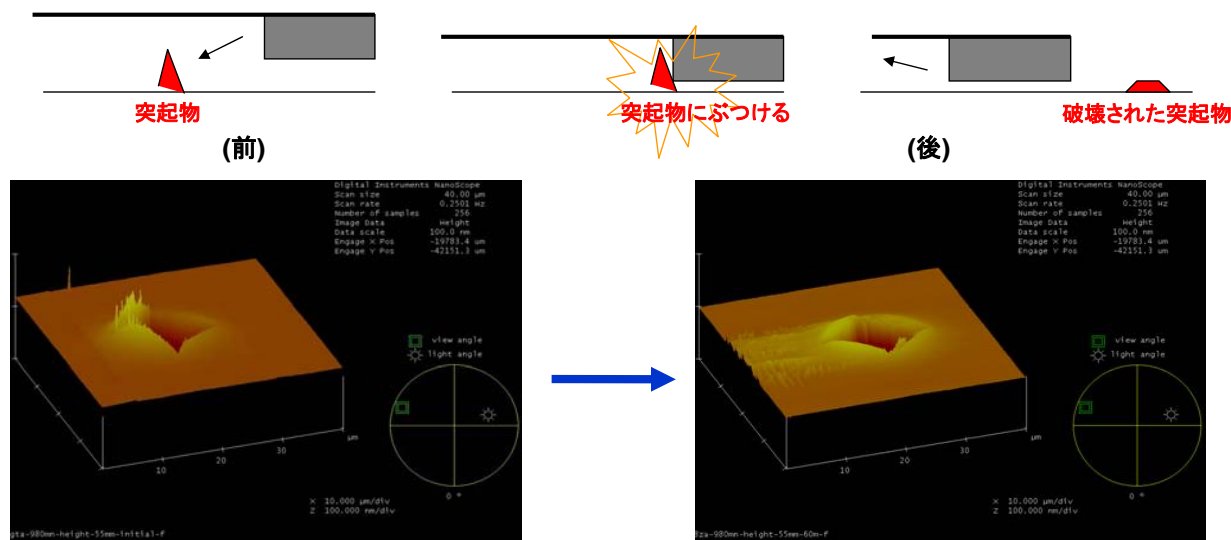
- 発明原理からの矛盾マトリックス

- 3 x 29
 - 17: もうひとつの次元
 - 3: 局所的性質
 - 1: 分割
 - 13: 逆発想
- 3 x 35
 - 35: パラメーターの変更
 - 10: 先取り作用
 - 14: 曲面
 - 17: もうひとつの次元

物体が直線形状を含むかまたは直線上を移動する場合には、その直線外の次元を利用するまたは直線外の動きを考慮する。

=> 低回転エラーリカバリー

- Step-1 : 読み取り信号上の雑音増加
- Step-2 : メディアの回転速度を下げて、飛行高さを低くする
- Step-3 : スライダーを傷または突起物にぶつける
- Step-4 : 回転数を元に戻し、飛行高さをもとの高さに戻しデータを読む



位置決め制御の高性能化には 高い「サーボ帯域」が必要

「主共振」はサーボ帯域を決める重要な共振ピーク



制御技術者

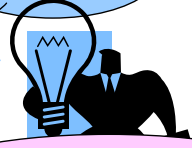
主共振の「周波数」をもっとあげてくれよ!

帯域を上げるには主共振手前のゲインマージンを稼がないといけないんだ



機械技術者

何が本当は求められているのだろう



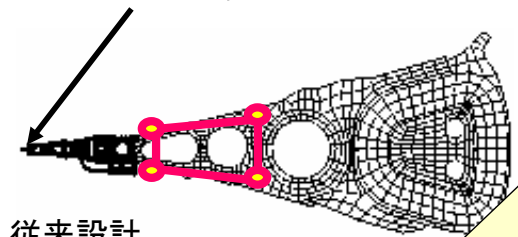
周波数じゃない! ゲインを下げるんだ! それなら方法がある



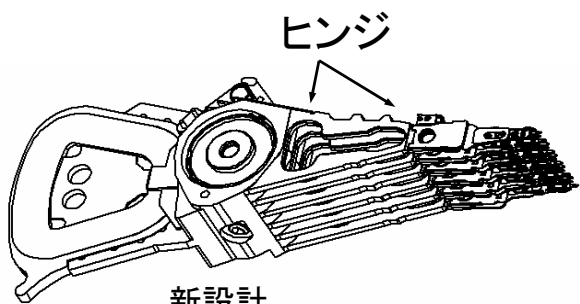
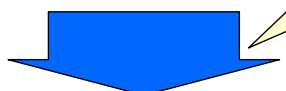
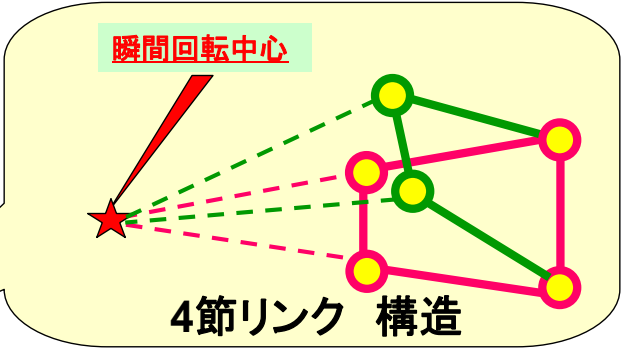
高い周波数, 高い周波数, 高い周波数, 高い周波数, ...
もう打つ手はないよ

TRIZ は 技術者の心理的障壁を打破するためのツール

主共振のピークゲインを下げる = ヘッド位置の変位をゼロにする



従来設計



新設計

Classical TRIZ



TRIZ software

“TechOptimizer”

“IWB (Innovation Work Bench)”

課題,
機能,
背景,



機能グラフ



ヒント

• 本来の使い方: 動作、リアクション、機能を記述する



• 新アプローチ: 設計フローを記述する