

制振合金 M2052 とその応用の可能性

川原浩司

BB Materia Inc.

(独) 物質・材料研究機構 元客員研究員

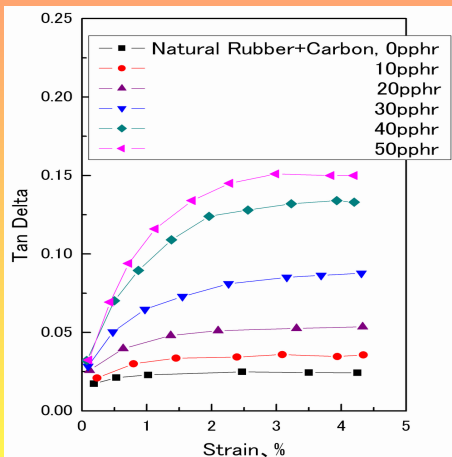
2007-2-16

Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

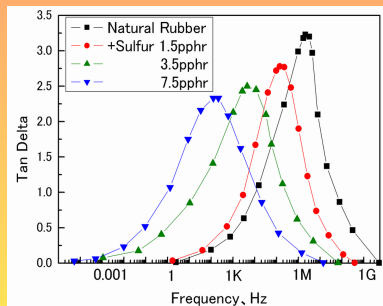
ゴムの小振幅と超低周波の問題点

微振動と超低周波は不得手



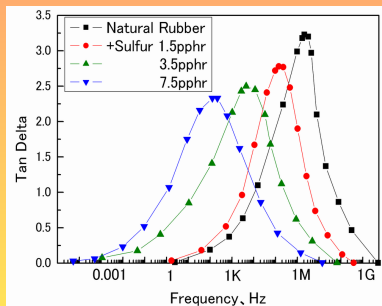
振動が小さいほど除去が困難

ゴムの周波数と温度の問題

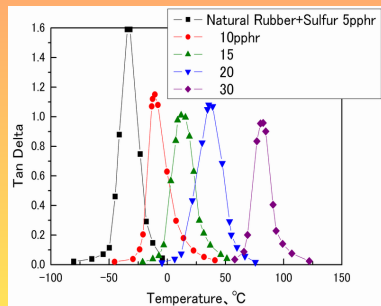


周波数が小さくなるほど除去
が困難

ゴムの周波数と温度の問題



周波数が小さくなるほど除去
が困難



温度範囲は狭い

主なゴムの制振性

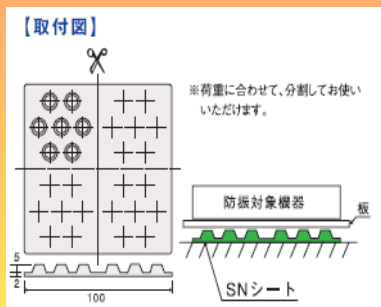
ゴムの種類	損失係数
天然ゴム	0.05 ~ 0.15
クロロプレン	0.15 ~ 0.3
ニトリルゴム	0.25 ~ 0.4
SBR	0.15 ~ 0.3
ブチルゴム	0.25 ~ 0.4
ゲル	0.1 ~ 0.8
コイルスプリング	0.005
鋼材	0.004
鋳鉄 (FC250)	0.02
みかげ石	0.04
M2052 合金	0.23 注1

注1 最高値の場合。普通は0.06から0.16。

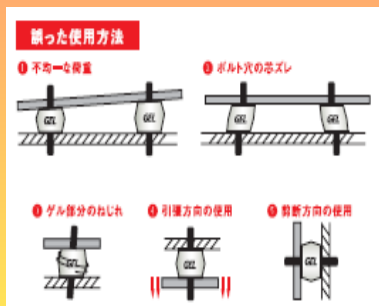
高分子材料と金属の強度 (MPa) の違い

材料	比重	引張強さ	引張り弾性率
天然ゴム	0.92 ~ 1.04	24.2 ~ 31.7	3.3 ~ 5.86
ブチルゴム	0.92	>13.8	0.34 ~ 3.45
ポリウレタン	0.56 ~ 0.64	17.2 ~ 20.1	758.4 ~ 1103.2
ポリ塩化ビニル	1.20 ~ 1.58	41.4 ~ 55.2	2413.2 ~ 6894.8
ゲル	0.6 ~ 0.97	0.014 ~ 0.054	175.5 ~ 688.5
M2052 合金	7.25	400	~ 50,000
軟鋼	7.87	400	~ 200,000

制振性は優れているが、柔軟性が弱点



ゲルは撓みが依然大きい



使い方は常に撓みと嵩に注意

ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。

ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。
 - 「ぐらつき」、不安定
 - 加工時に寸法精度を劣化

ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。
 - 「ぐらつき」、不安定
 - 加工時に寸法精度を劣化
- 周波数が低いほど、振幅が小さいほど制振性は減少する

ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。
 - 「ぐらつき」、不安定
 - 加工時に寸法精度を劣化
- 周波数が低いほど、振幅が小さいほど制振性は減少する
 - 低周波ほど、低振幅ほど除振困難 ⇒ 低周波公害
 - 厚さと面積が必要 ⇒ 嵩張る
小さいサイズで制振効果が得られる ⇒ 高分子では達成できない

ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。
 - 「ぐらつき」、不安定
 - 加工時に寸法精度を劣化
- 周波数が低いほど、振幅が小さいほど制振性は減少する
 - 低周波ほど、低振幅ほど除振困難 ⇒ 低周波公害
 - 厚さと面積が必要 ⇒ 嵩張る
小さいサイズで制振効果が得られる ⇒ 高分子では達成できない
- -50 以下で効果は少ない

ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。
 - 「ぐらつき」、不安定
 - 加工時に寸法精度を劣化
- 周波数が低いほど、振幅が小さいほど制振性は減少する
 - 低周波ほど、低振幅ほど除振困難 ⇒ 低周波公害
 - 厚さと面積が必要 ⇒ 嵩張る
小さいサイズで制振効果が得られる ⇒ 高分子では達成できない
- -50 以下で効果は少ない
- 真空環境下ではガス発生が問題

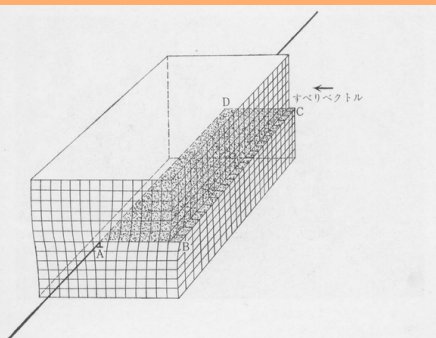
ゴムやゲルの問題点

- 強度が非常に低いこと。
 - 「ぐらつき」、不安定
 - 加工時に寸法精度を劣化
- 周波数が低いほど、振幅が小さいほど制振性は減少する
 - 低周波ほど、低振幅ほど除振困難 ⇒ 低周波公害
 - 厚さと面積が必要 ⇒ 嵩張る
小さいサイズで制振効果が得られる ⇒ 高分子では達成できない
- -50 以下で効果は少ない
- 真空環境下ではガス発生が問題
- 環境に強く依存、寿命が短く、保守に費用がかかる

Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点**
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

金属の刃状欠陥と螺旋欠陥がもたらす制振性



第11図 刃状転位を作るすべり。すべりはABCDの面内で起き、すべった領域とまだすべらない領域の境界は、すべりベクトルと直角である。

刃状欠陥の例

代表的な制振合金 1

分類	合金系	実用合金	備考
複合型	Fe-C-Si	片状黒鉛鑄鉄	FC15,FC20,FC25 (一般構造用材料)
	Al-Zn	Cosmal-Z	ダイカスト合金

代表的な制振合金 1

分類	合金系	実用合金	備考
複合型	Fe-C-Si	片状黒鉛鑄鉄	FC15,FC20,FC25 (一般構造用材料)
	Al-Zn	Cosmal-Z	ダイカスト合金
強磁性型	Ni	TD ニッケル	耐熱合金
	Fe-Cr	13%クロム鋼	
	Fe-Cr	Fe-8Al	大阪市立工業試験所
	Fe-Cr-Al	サイレントロイ	東芝
	Fe-Cr-Al-Mn	トランカロイ	NKK
	Fe-Al-Si	セレナ	NKK
	Fe-Cr-Si-Al	ウエルカーム	新日鉄
	Fe-Cr-Mo	ジェンタロイ	電気磁気材料研究所
	Co-Ni	NIVCO10	Westinghouse 社

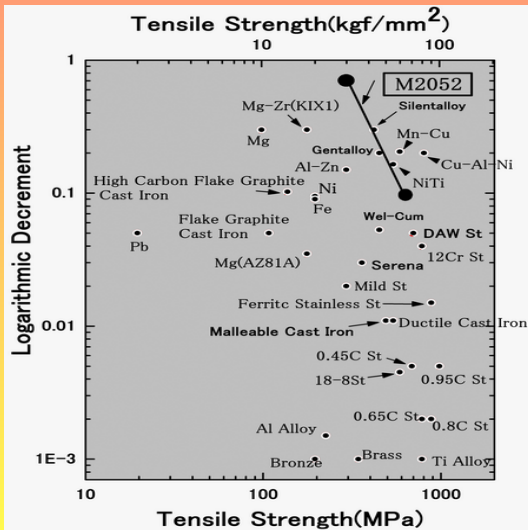
代表的な制振合金 2

分類	合金系	実用合金	備考
転位型	Mg,Mg-Zr	K1X1 合金 (Mg-0.6Zr)	Dow Chemical 社
	Mg ₂ Ni		大阪大
	Mg-Cu-Mn	MCM	理科大 (ダイカスト合金)
	Fe-Ni-Mn	DAW 鋼	法政大、三井造船
	Fe-Mn-Cr	Fe-22Mn-12Cr	理科大、名大

代表的な制振合金 2

分類	合金系	実用合金	備考
転位型	Mg,Mg-Zr	K1X1 合金 (Mg-0.6Zr)	Dow Chemical 社
	Mg ₂ Ni		大阪大
	Mg-Cu-Mn	MCM	理科大 (ダイカスト合金)
	Fe-Ni-Mn	DAW 鋼	法政大、三井造船
	Fe-Mn-Cr	Fe-22Mn-12Cr	理科大、名大
双晶型	Mn-Cu	ソノストン	Manganese Marine 社
	Cu-Mn-Al	インクラミュート	INCRA
	Cu-Mn-Al-Sn	インクラミュート	INCRA
	Cu-Al-Ni	Al ブロンズ系	
	Cu-Zn-Al	Zn プラス系	
	Ni-Ti	ニチノール	米国
	Mn-Cu-Ni-Fe	M2052 合金	金属材料技術研究所

金属・合金の制振性



制振合金の問題点

- 利用条件と制振性のすれ違い
 - 対数減衰率で 0.3 が限度
 - 最高値は応力に対し鋭いピーク
 - そのピークは室温以下に現れる
 - 磁場・予歪は制振性を減少させる
- 成形加工の問題
 - 金属間化合物 (Ni-Ti, ブロンズ)
 - Mg, Mg 合金
 - フェライト系鉄合金
- 強度不足
 - 鉛、Al-Zn, Mg
- 強度過剰
 - マルテンサイト系鉄合金

Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム**
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

M2052 合金の開発 ⇒ 歴代の合金にない高い制振性能が得られる

組成が鍵となり、いろいろな有利な
状況が作られる

M2052 合金の開発 ⇒ 歴代の合金にない高い制振性能が得られる

組成が鍵となり、いろいろな有利な
状況が作られる

- 組成: $\text{Mn}_{73}\text{-Cu}_{20}\text{-Ni}_5\text{-Fe}_2$ (at %) ⇒ M2052 合金と呼称

M2052 合金の開発 ⇒ 歴代の合金にない高い制振性能が得られる

組成が鍵となり、いろいろな有利な
状況が作られる

- 組成: $\text{Mn}_{73}\text{-Cu}_{20}\text{-Ni}_5\text{-Fe}_2$ (at %) ⇒ M2052 合金と呼称
- 全率固溶体合金

M2052 合金の開発 ⇒ 歴代の合金にない高い制振性能が得られる

組成が鍵となり、いろいろな有利な
状況が作られる

- 組成: $\text{Mn}_{73}\text{-Cu}_{20}\text{-Ni}_5\text{-Fe}_2$ (at %) ⇒ M2052 合金と呼称
- 全率固溶体合金
- 銅の富化ゾーンが高密・均質分布

M2052 合金の開発 ⇒ 歴代の合金にない高い制振性能が得られる

組成が鍵となり、いろいろな有利な
状況が作られる

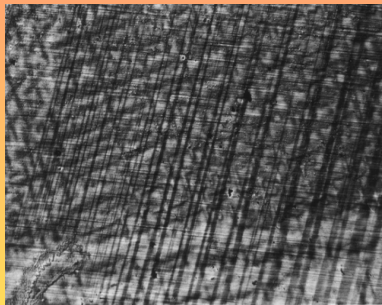
- 組成: $\text{Mn}_{73}\text{-Cu}_{20}\text{-Ni}_5\text{-Fe}_2$ (at %) ⇒ M2052 合金と呼称
- 全率固溶体合金
- 銅の富化ゾーンが高密・均質分布
- 大小の双晶が 発生・消失し易い状態の準備

M2052 合金の開発 ⇒ 歴代の合金にない高い制振性能が得られる

組成が鍵となり、いろいろな有利な
状況が作られる

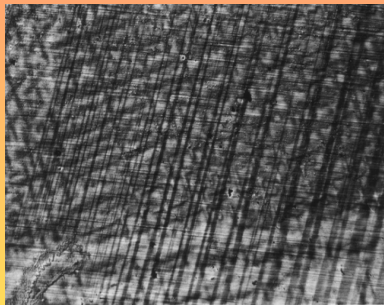
- 組成: $\text{Mn}_{73}\text{-Cu}_{20}\text{-Ni}_5\text{-Fe}_2(\text{at } \%) \Rightarrow$ M2052 合金と呼称
- 全率固溶体合金
- 銅の富化ゾーンが高密・均質分布
- 大小の双晶が 発生・消失し易い状態の準備
- 磁壁も関連

光学顕微鏡でみた双晶の可逆的運動

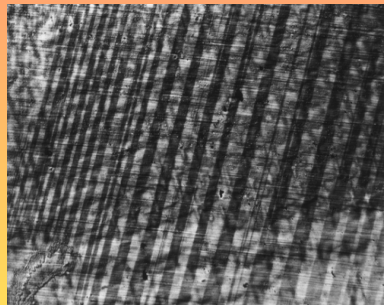


既存の双晶がある

光学顕微鏡でみた双晶の可逆的運動

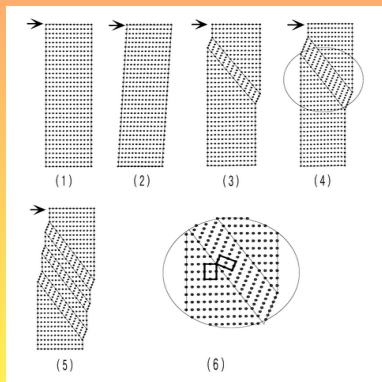


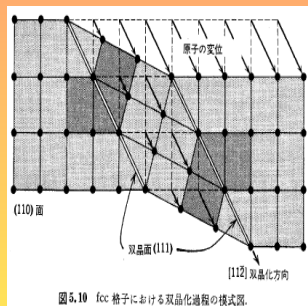
既存の双晶がある



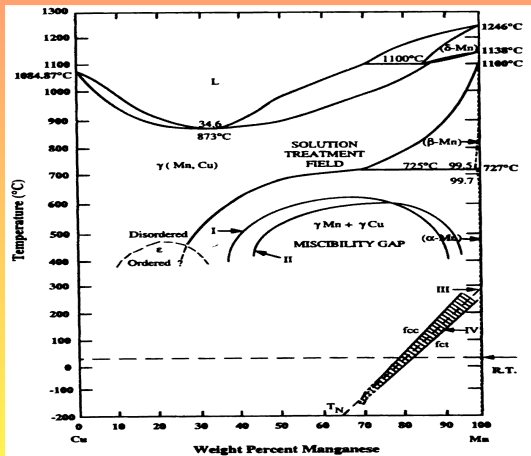
引張応力によって双晶は拡幅

模式的説明

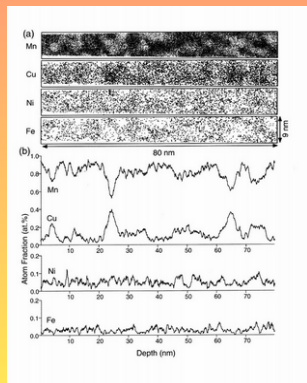


面心立方 \rightleftharpoons 面心正方変態の特色

Mn-Cu 系状態図に見られるクラスターの存在意義

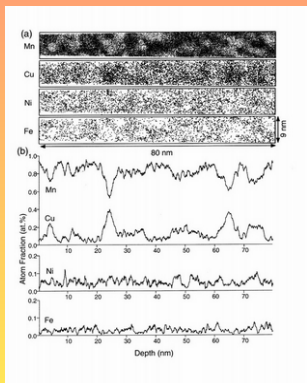


3次元原子プローブ法

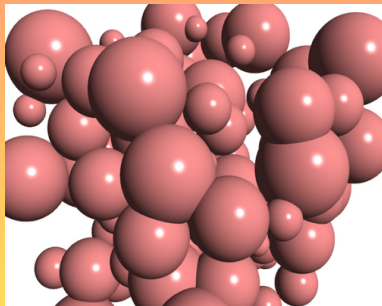


銅が40%のクラスター
が分布

3次元原子プローブ法

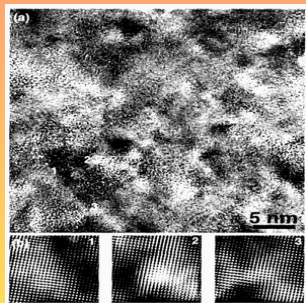


銅が40%のクラスター
が分布



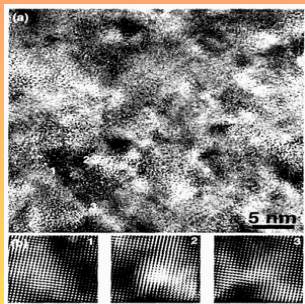
変態に過敏なサイトが高密度・高分
布している

歪みのあるサイトが分布

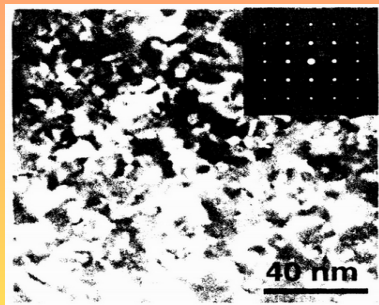


拡大しても単相

歪みのあるサイトが分布

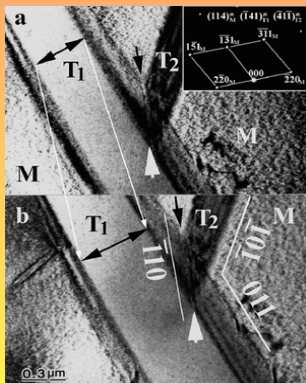


拡大しても単相



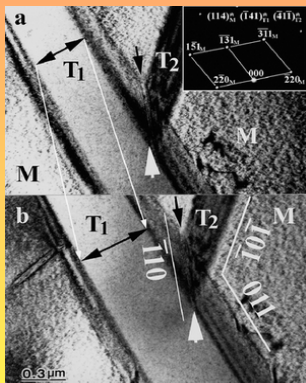
単相であるが歪みが多数分布している

双晶は容易に動く

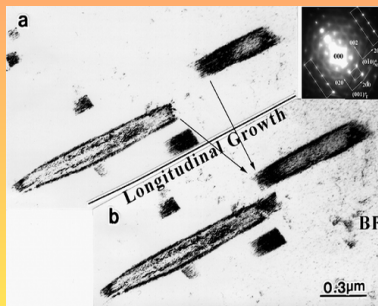


双晶の交叉

双晶は容易に動く



双晶の交叉



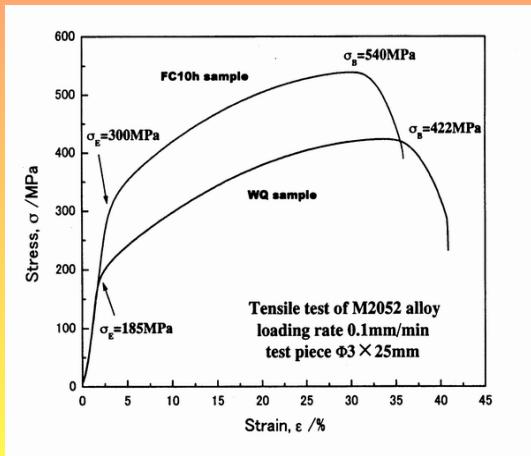
双晶の成長

Outline

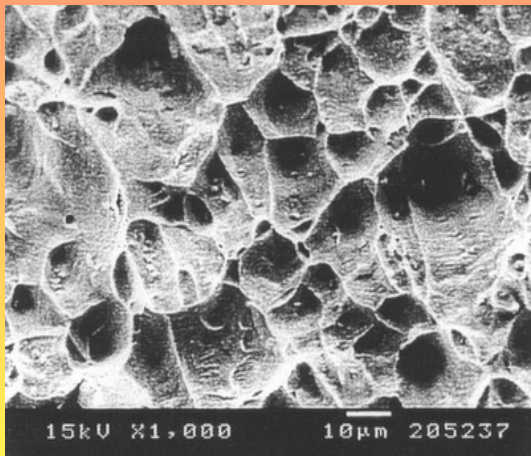
- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質**
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

機械的性質

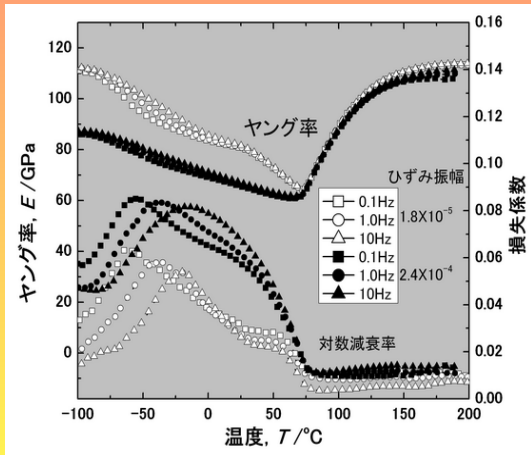
引張試験



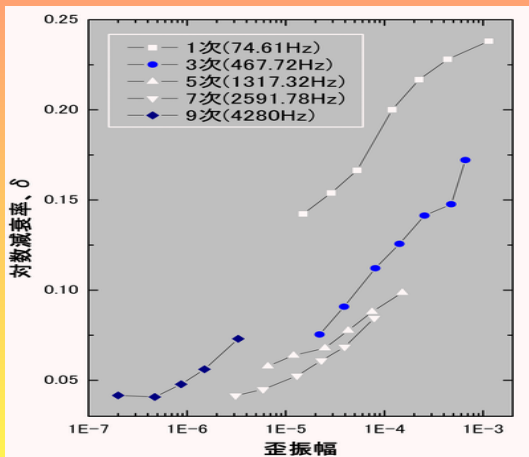
ヘリウム液化温度での破断面は 高い延性を示す



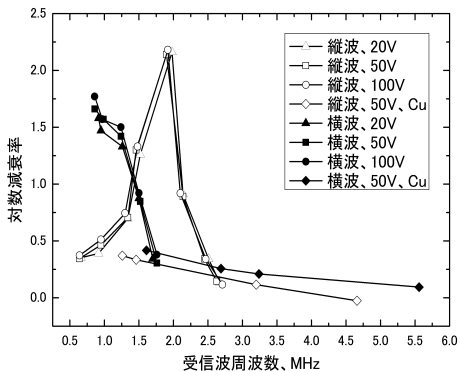
室温近くでの DMA による制振性



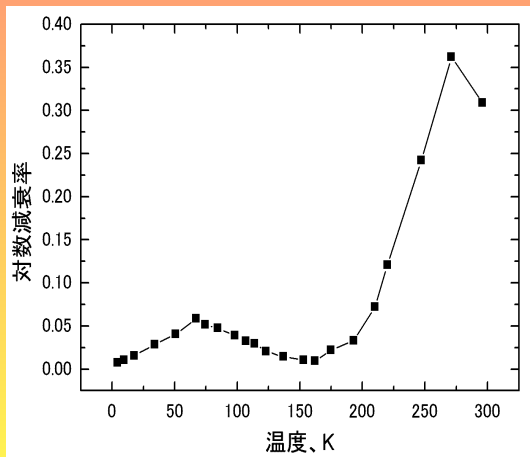
室温近くでの中央加振による特性



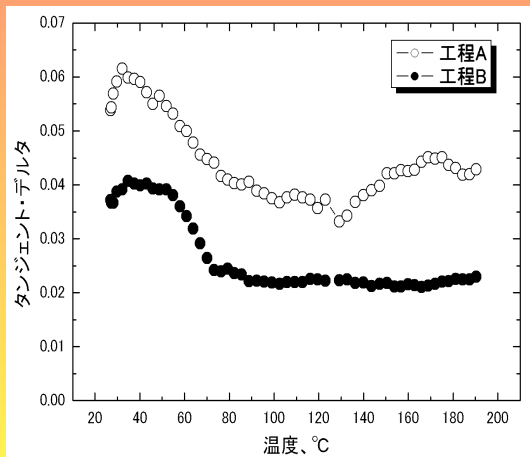
超音波域特性



極低温における制振性能



100 近くにおける制振性能



Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方**
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

成形加工は自由自在

- 鋳物、熱間加工、冷間加工、圧延、線引き、パイプ
従って、大型鋳造品からミクロンまでの薄板、箔、細線

成形加工は自由自在

- 鋳物、熱間加工、冷間加工、圧延、線引き、パイプ
従って、大型鋳造品からミクロンまでの薄板、箔、細線
- 切削、穿孔、研磨、メッキ (銅、ニッケル、金、銀、黒染め)

成形加工は自由自在

- 鋳物、熱間加工、冷間加工、圧延、線引き、パイプ
従って、大型鋳造品からミクロンまでの薄板、箔、細線
- 切削、穿孔、研磨、メッキ (銅、ニッケル、金、銀、黒染め)
- 溶接 (TIG、レーザー、電子、摩擦、スポット溶接、異種金属間)、ろう付け、鋳ぐるみ

成形加工は自由自在

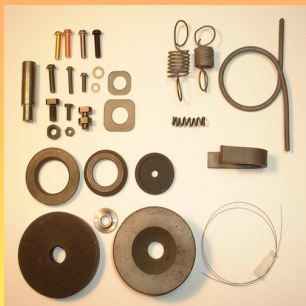
- 鋳物、熱間加工、冷間加工、圧延、線引き、パイプ
従って、大型鋳造品からミクロンまでの薄板、箔、細線
- 切削、穿孔、研磨、メッキ (銅、ニッケル、金、銀、黒染め)
- 溶接 (TIG、レーザー、電子、摩擦、スポット溶接、異種金属間)、ろう付け、鋳ぐるみ
- 機械的接合 (かしめ)

成形加工は自由自在

- 鋳物、熱間加工、冷間加工、圧延、線引き、パイプ
従って、大型鋳造品からミクロンまでの薄板、箔、細線
- 切削、穿孔、研磨、メッキ (銅、ニッケル、金、銀、黒染め)
- 溶接 (TIG、レーザー、電子、摩擦、スポット溶接、異種金属間)、ろう付け、鋳ぐるみ
- 機械的接合 (かしめ)
- 粉末 (焼結、塗料)

使い方を惑わす条件はない1

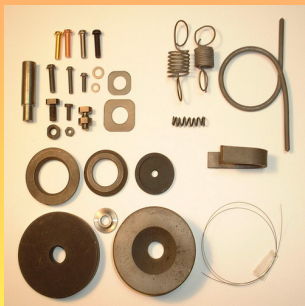
どんな物でも提供が可能



成形加工品

使い方を惑わす条件はない1

どんな物でも提供が可能



成形加工品



粉末とその塗料

使い方の原理 1

- 振動伝達経路に挿入
シート、ワイヤー、パイプも有効。パッキングやシーリングとして使えば制振とシーリングの同時効果。

使い方の原理 1

- 振動伝達経路に挿入
シート、ワイヤー、パイプも有効。パッキングやシーリングとして使えば制振とシーリングの同時効果。
- 振動源に貼り付ける
貼り付けられた M2052 内で双晶運動が励起される。特に高周波除去に有効。

使い方の原理 1

- 振動伝達経路に挿入
シート、ワイヤー、パイプも有効。パッキングやシーリングとして使えば制振とシーリングの同時効果。
- 振動源に貼り付ける
貼り付けられた M2052 内で双晶運動が励起される。特に高周波除去に有効。
- 振動源を囲い込む
M2052 製のハウジングやパッケージで囲う

使い方の原理 1

- 振動伝達経路に挿入
シート、ワイヤー、パイプも有効。パッキングやシーリングとして使えば制振とシーリングの同時効果。
- 振動源に貼り付ける
貼り付けられた M2052 内で双晶運動が励起される。特に高周波除去に有効。
- 振動源を囲い込む
M2052 製のハウジングやパッケージで囲う
- 振動源との連結具
パイプ、ベローズの連結で高周波も低周波も除振

使い方の原理 2

- M2052 合金粉末が入った塗料を塗布する
特に高周波除振に有効

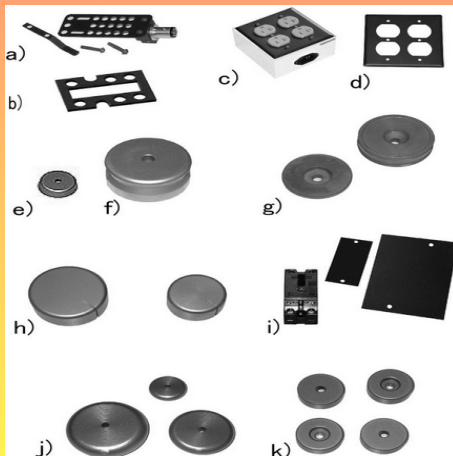
使い方の原理 2

- M2052 合金粉末が入った塗料を塗布する
特に高周波除振に有効
- プラスチックと M2052 合金粉末を混ぜる
同伴物質の制振性を補う

使い方の原理 2

- M2052 合金粉末が入った塗料を塗布する
特に高周波除振に有効
- プラスチックと M2052 合金粉末を混ぜる
同伴物質の制振性を補う
- バネ定数を小さくして使う
双晶運動をさらに活発化する

低振幅・高周波対策 1



低振幅・高周波対策 2



高振幅・低周波対策

この対策は**従来は困難**であったが、下記の特質を取り込むことで可能

高振幅・低周波対策

この対策は**従来は困難**であったが、下記の特質を取り込むことで可能

- 双晶運動 (移動・生成・消滅) を阻害しない工夫

高振幅・低周波対策

この対策は**従来は困難**であったが、下記の特質を取り込むことで可能

- 双晶運動 (移動・生成・消滅) を阻害しない工夫
- 弾性変形量を大きくする形状工夫

高振幅・低周波対策

この対策は**従来は困難**であったが、下記の特質を取り込むことで可能

- 双晶運動 (移動・生成・消滅) を阻害しない工夫
- 弾性変形量を大きくする形状工夫
- 負荷が増加しても性能は劣化しない

高振幅・低周波対策

この対策は**従来は困難**であったが、下記の特質を取り込むことで可能

- 双晶運動 (移動・生成・消滅) を阻害しない工夫
- 弾性変形量を大きくする形状工夫
- 負荷が増加しても性能は劣化しない
- 優れた成形加工性が実現を可能にする

高振幅・低周波対策

この対策は**従来は困難**であったが、下記の特質を取り込むことで可能

- 双晶運動 (移動・生成・消滅) を阻害しない工夫
- 弾性変形量を大きくする形状工夫
- 負荷が増加しても性能は劣化しない
- 優れた成形加工性が実現を可能にする

これらを取り込むことで、低周波・高振幅対策は可能になる

機構からみた制振の新機軸 ⇒ バネ定数を低くする効力の威力

M2052 を小さいバネ定数で応用すれば新たな境地在拓かれる

項目	コイルバネ	空気バネ	防振ゴム	M2052 バネ
可能 f_n	1 ~ 10	0.7 ~ 3.5	4.5 ~ 15	< 1 ~ 10
制振性	なし	使用法依存	あり	あり
高周波絶縁	D	A	B	A
耐へたり	A	B	B	A
常用温度,	-40 ~ 150	-20 ~ 80	-20 ~ 120	-270 ~ 150
耐油・疲労	A	B	B	A
制振均一性	A	B	B	A
構造簡潔性	A	C	A	A
必要空間	B	B	A	A/B
その他の特徴	直線性	調整容易	軽量	極低温延性

注: A=優, B=良, C=可, D=劣

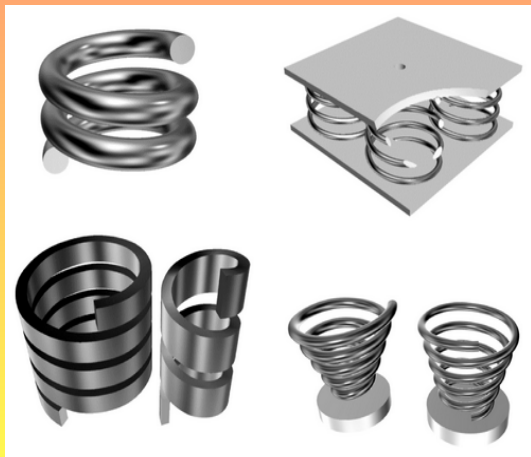
考えられる形状 a

硬めのバネ定数



考えられる形状 **b**

少し低くしたバネ定数



考えられる形状 c

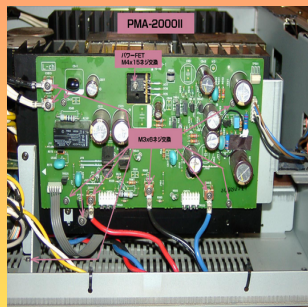
ソフトめのバネ定数



Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例**
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

ネジ・ワッシャーの制振機能で認知

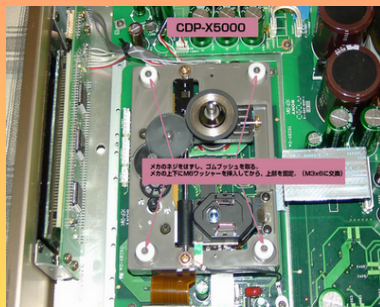


プリメイン・アンプ基板における
ネジ止め例

ネジ・ワッシャーの制振機能で認知

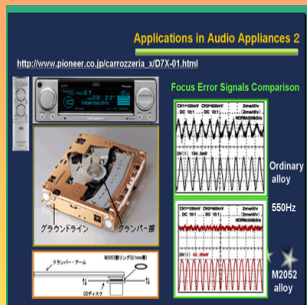


プリメイン・アンプ基板におけるネジ止め例



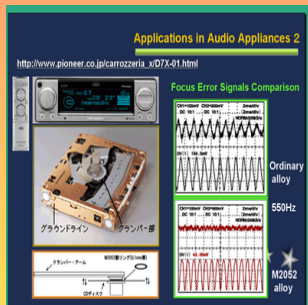
CD プレーヤー・メカのネジ止め例

CD の雑音低減

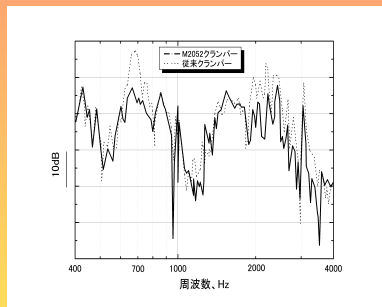


パイオニアの車載型 CD
の成功例

CD の雑音低減

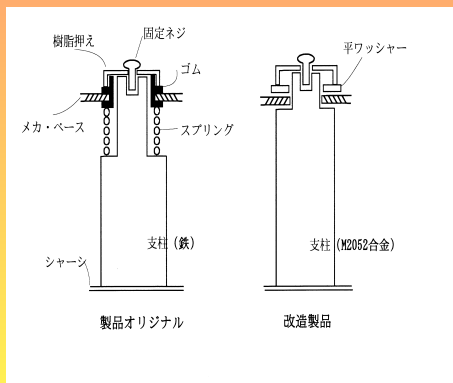


パイオニアの車載型 CD
の成功例



0.1mm のリング 1 枚で 700Hz の
ピークを低減

CD-ROM の音質改善

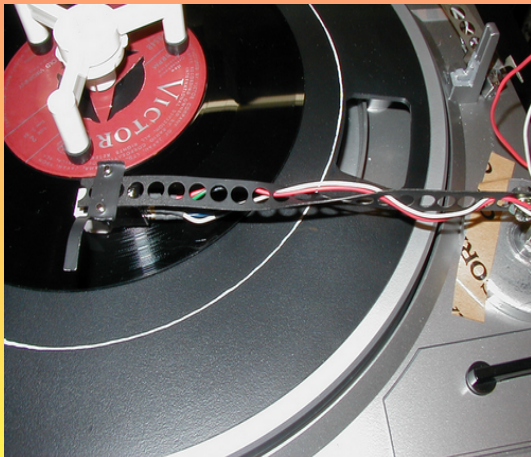


構造の簡素化と音質改善をもたらす

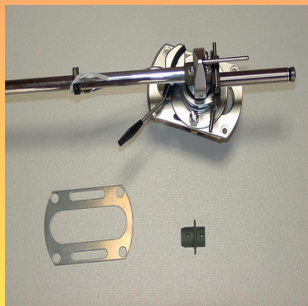
いくつかの実施例

音響

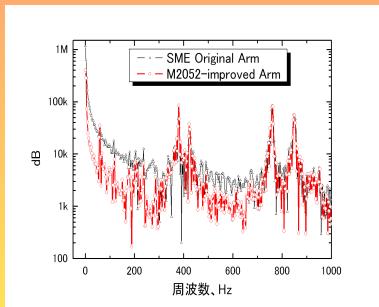
Analog Record



レコード・カートリッジ



エッジとプレートに
M2052 合金を使う

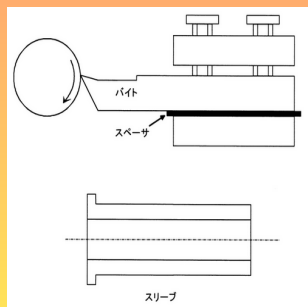


Take Five の初めにみられたメリ
ハリ

マイクロフォン懸垂板 コードと床からの振動遮断に 効果

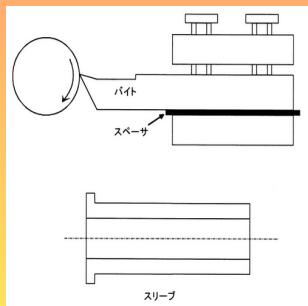


1 ミリ厚の板を敷くだけでびびりを制止

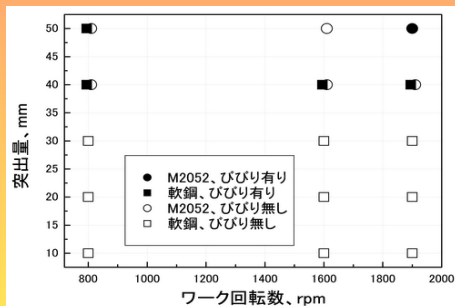


旋盤のシャンク

1 ミリ厚の板を敷くだけでびびりを制止



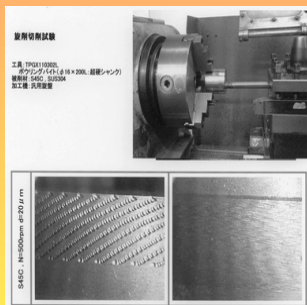
旋盤のシャンク



びびり発生限は遠のく

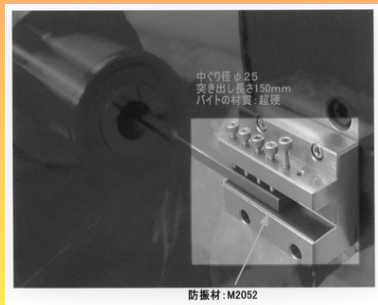
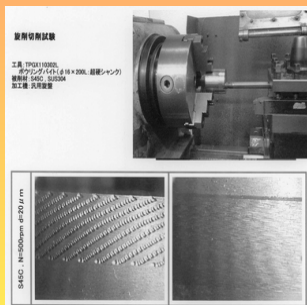
中繰り穿孔加工に優れた成績

東芝機械での評価

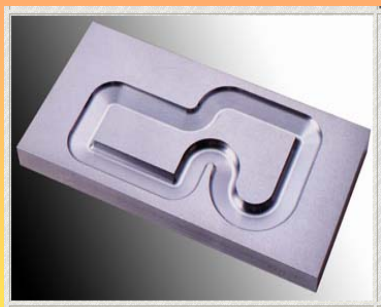


中繰り穿孔加工に優れた成績

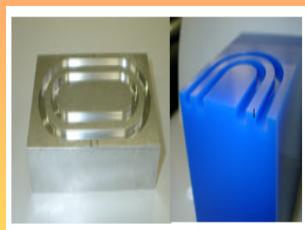
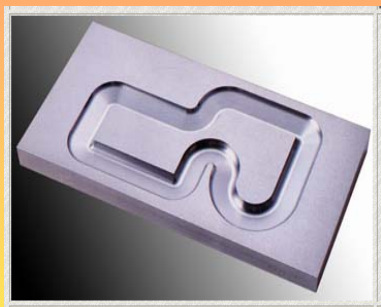
東芝機械での評価



高速・精密加工からへール加工へ



高速・精密加工からへール加工へ



自動車サンルーフ加工の成果例

Applications in Working Machinery

M. Kamiya et al. JSPE, Spring Meeting, March, 2001



Sun Roof of cars and
High surface precision aluminum mold



Spring Neck Machining

切り欠きのないバイトで研削面改善



notched
original

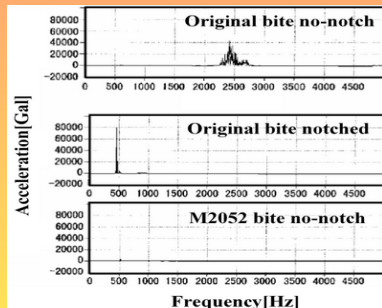
nothing
original M2052 alloy

3種のバイト

切り欠きのないバイトで研削面改善

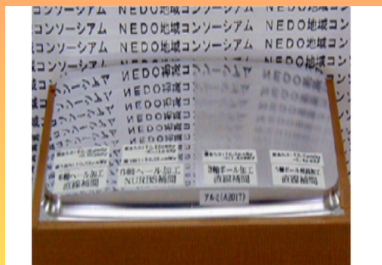


3種のバイト



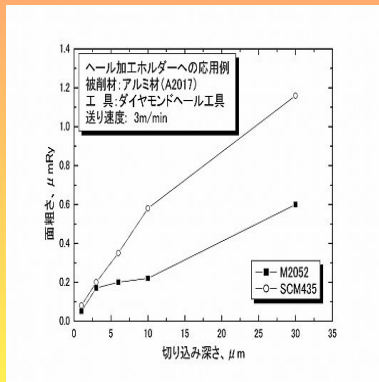
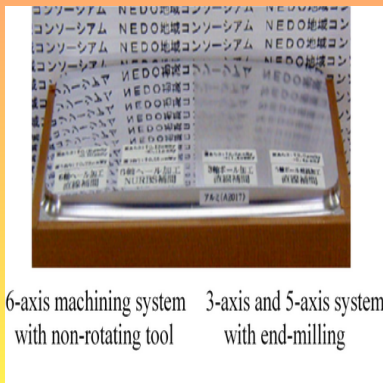
バイトの振動データ

バネ機能のないバイトで共振を低減



6-axis machining system with non-rotating tool 3-axis and 5-axis system with end-milling

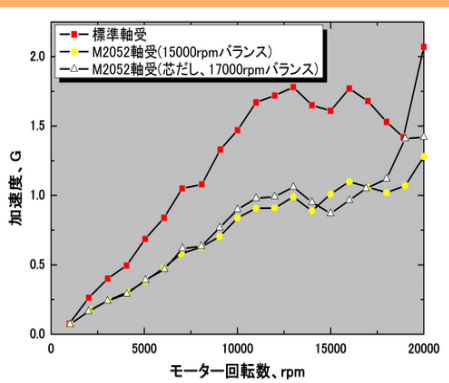
バネ機能のないバイトで共振を低減



軸受けのインナー・アウターでの効果

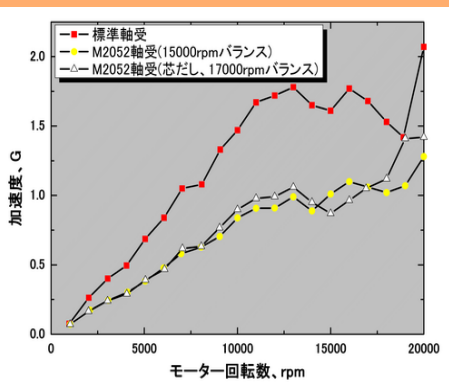


軸受け用スリーブの効果

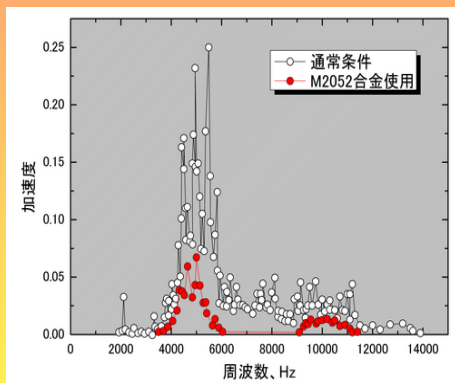


5000Hz の共振群は著しく低減

軸受け用スリーブの効果

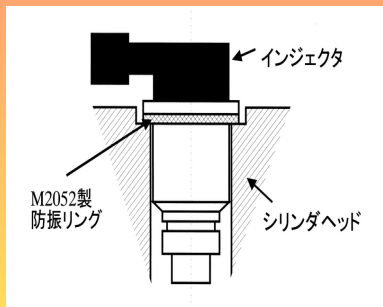


5000Hz の共振群は著しく低減



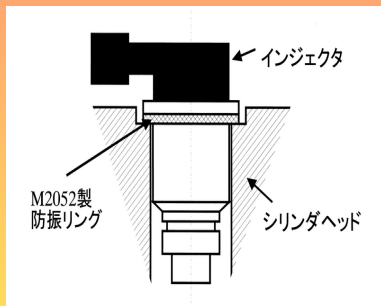
M2052 スリーブは有効

自動車エンジンの騒音低減

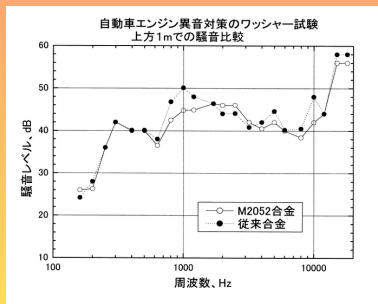


着座音対策

自動車エンジンの騒音低減

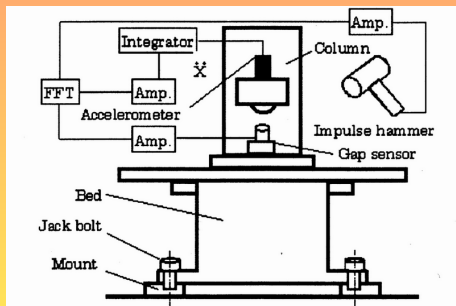


着座音対策

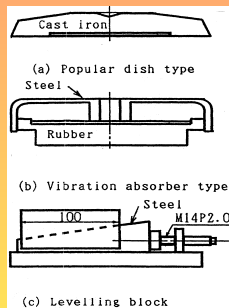


1kHz が 2052 リングで 5dB の低減

平面研削盤用マウントで成果

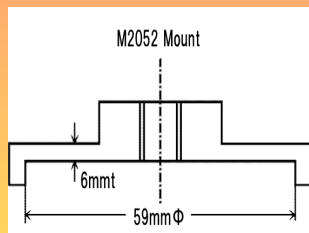


用いた1トンの試験機



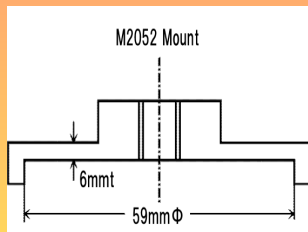
代表的なマウント

平面研削盤の低周波対策

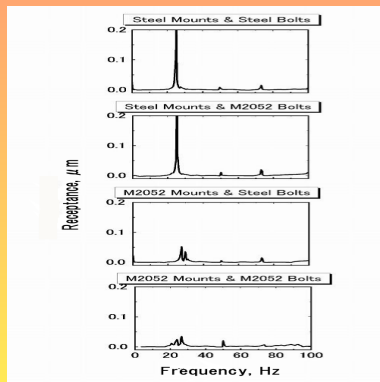


実験に用いたマウント

平面研削盤の低周波対策

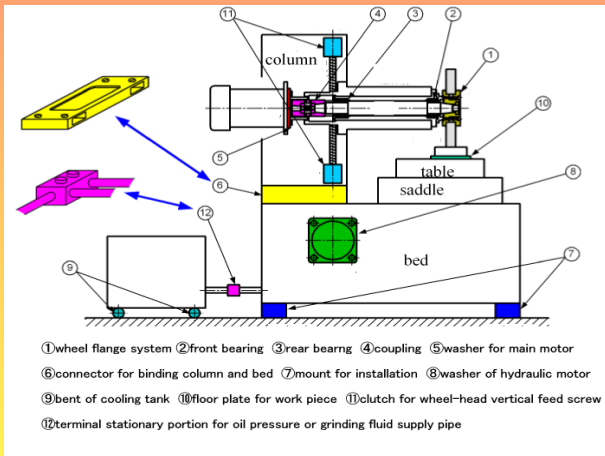


実験に用いたマウント

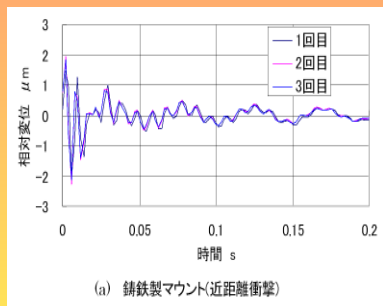


25Hz 付近の強い共振が劇的に低減

1.8ton の平面研削盤による追加試験

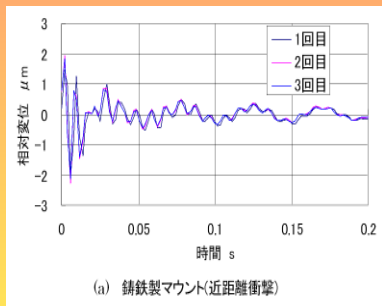


近くで床を加振時の侵入振動の阻止力

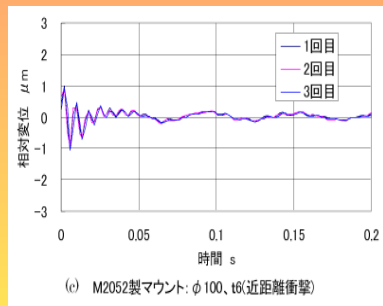


鑄鉄製マウントの例

近くで床を加振時の侵入振動の阻止力

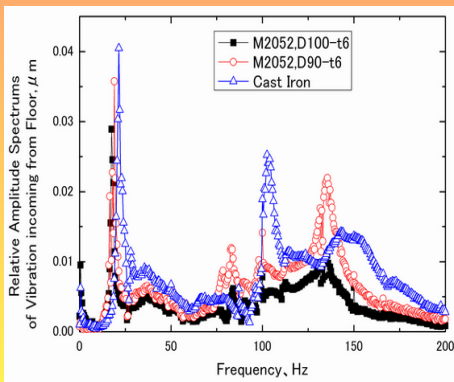


鋳鉄製マウントの例



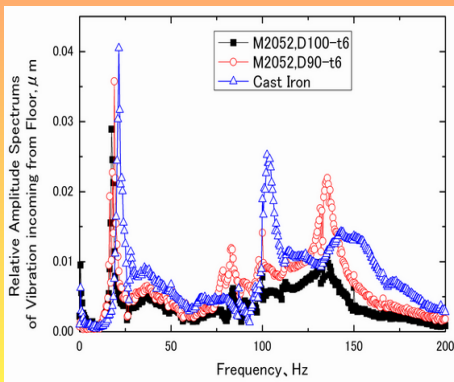
M2052 製マウントの例

床からの振動阻止と仕上げ面への影響

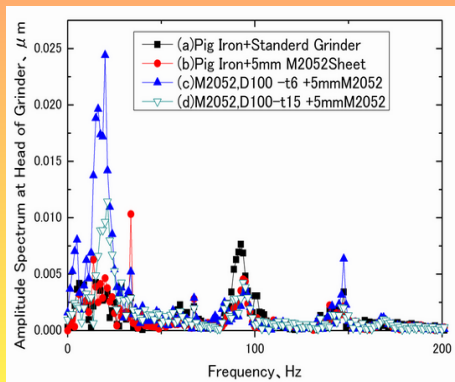


床から渡来する振動を抑制する

床からの振動阻止と仕上げ面への影響

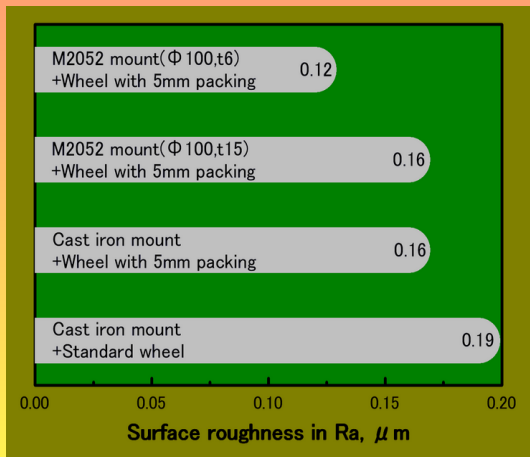


床から渡来する振動を抑制する

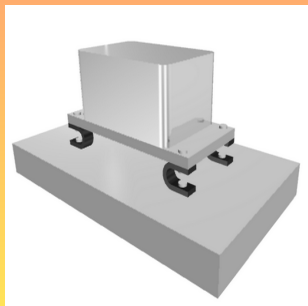


実研磨仕上げに効果

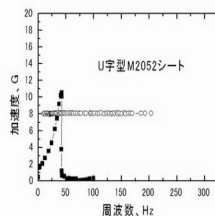
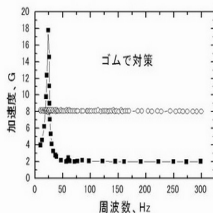
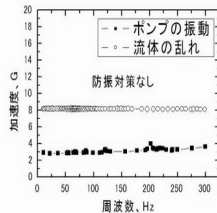
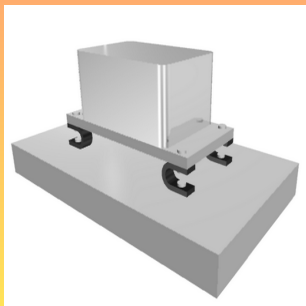
M2052 製まウントは 40% も表面仕上げを改善



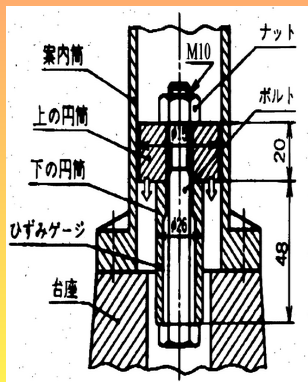
ポンプの振動対策



ポンプの振動対策

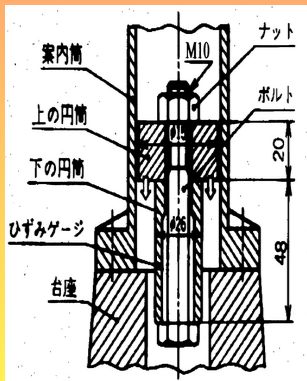


ワッシャーの顕著な効果

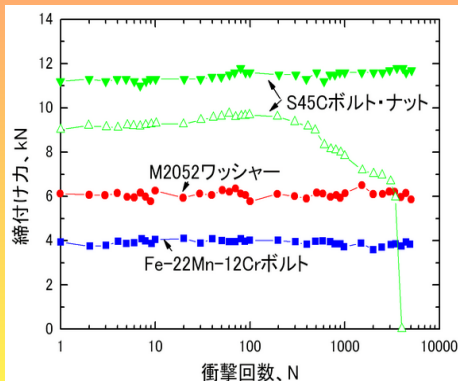


ネジの緩み試験器

ワッシャーの顕著な効果



ネジの緩み試験器



1ミリのM2052合金製ワッシャー1枚で効果絶大を証明

重力波望遠鏡 ⇒ 地上最強の制振装置

国立天文台（三鷹）に設置された TAMA300



TAMA Project の国立天文台
文台

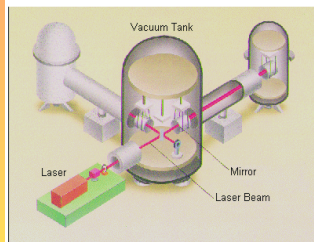
重力波望遠鏡 ⇒ 地上最強の制振装置

国立天文台（三鷹）に設置された TAMA300



TAMA Project の国立天文台

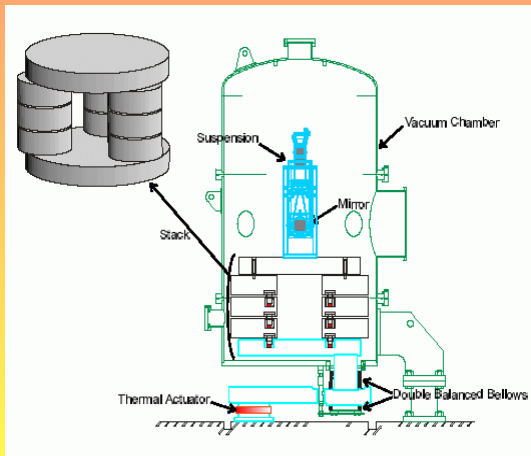
Introduction to gravitational wave detection.



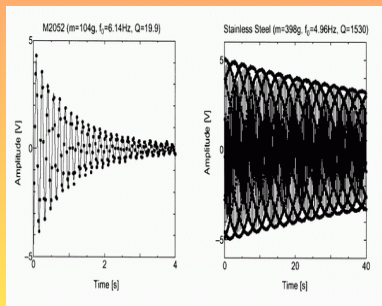
Schematic view of Laser Interferometer Gravitational Wave Detector.

地下に 300m のトンネル 2 本があり、そこに除振装置がある

チャンバー環境は超低温・超真空・超低周波が相手 ゴムはステンレス・ベローズに封じて利用したがー

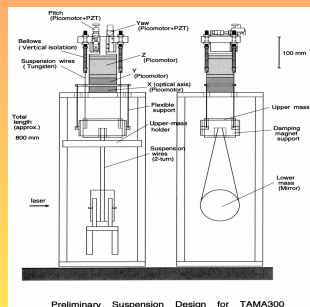


コイルバネ・ベローズの減衰挙動が注目

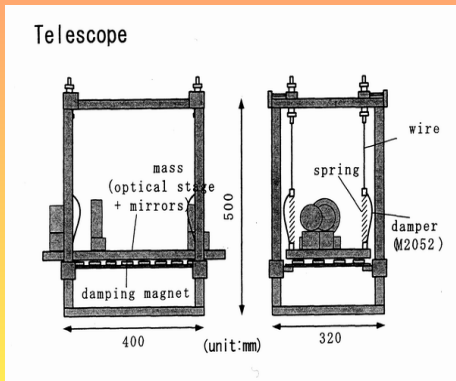
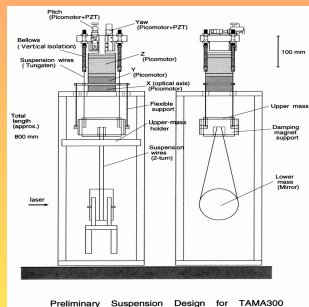


コイル振動の収束速度
に 10 倍の差

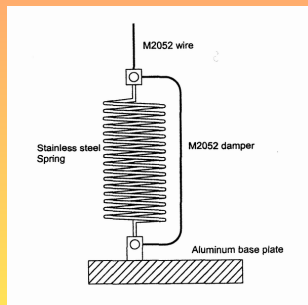
採用の成果



採用の成果

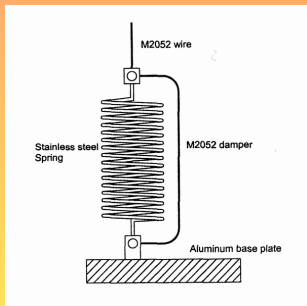


TAMA Project にコイルとして採用 ⇒ 順調に稼動中

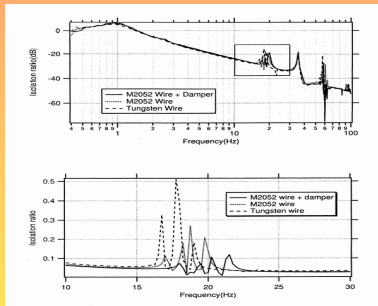


鏡を懸垂するところに
採用

TAMA Project にコイルとして採用 ⇒ 順調に稼動中

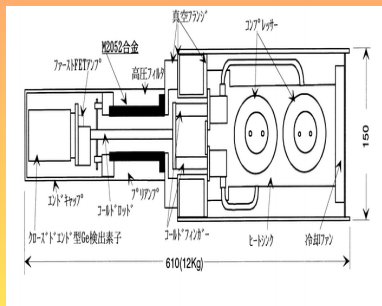


鏡を懸垂するところに
採用

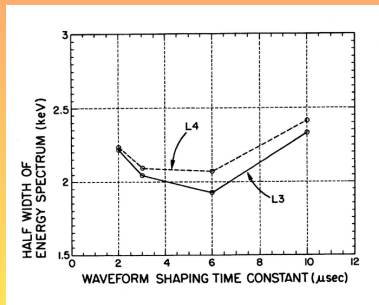
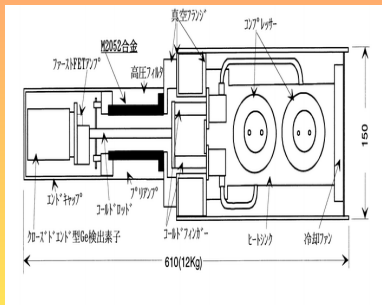


例のない制振効果

高級ガンマ線検出器

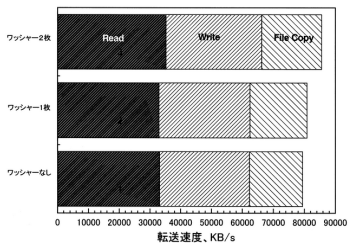


高級ガンマ線検出器



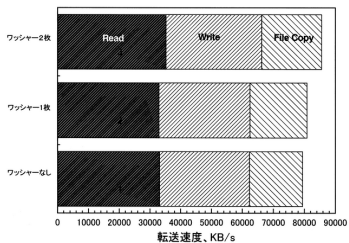
Hard Disk

Hard Diskの性能向上b

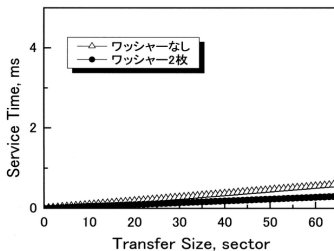


Hard Disk

Hard Diskの性能向上b



Hard Diskの性能向上a



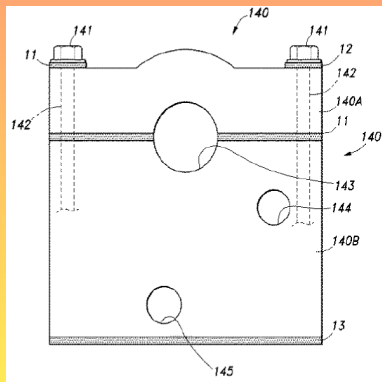
Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度**
- 8 まとめ
- 9 参考書

特許に見られる制振合金の主な種類とその利用件数

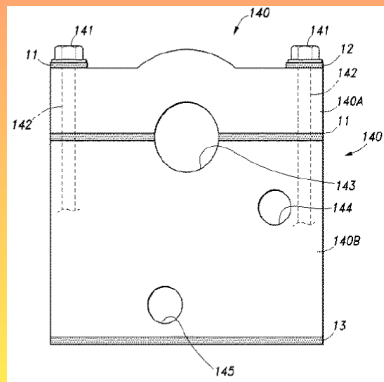
利用対象制振合金	件数 (112 件中)
一般制振合金	34
Fe-6Al	9
M2052(特定・推奨・示唆)	28⇒ >51
Al-Zn	4
Mg 系	4
鉄系	7
その他	8

エンジンへの適用 1—本田技研

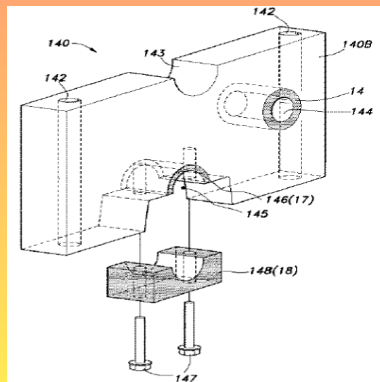


カムホルダーの例

エンジンへの適用 1—本田技研

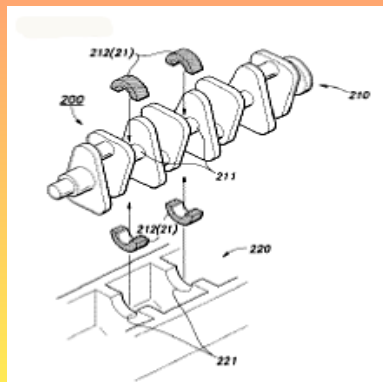


カムホルダーの例



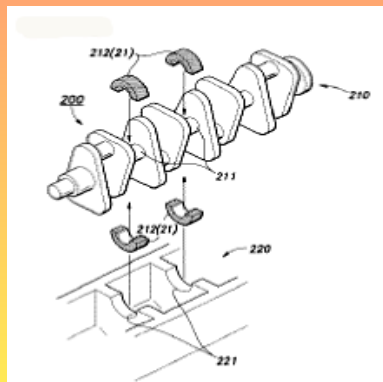
プッシュ、ベアリング・
キャップ

エンジンへの適用 2

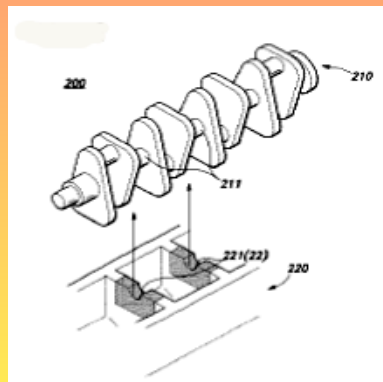


クランクシャフトの軸受け

エンジンへの適用 2

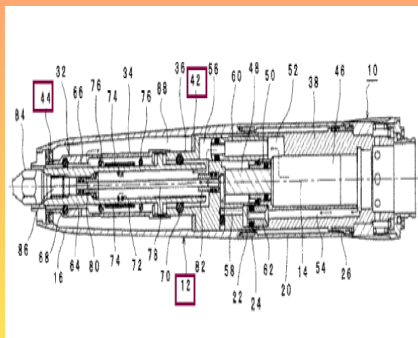


クランクシャフトの軸受け



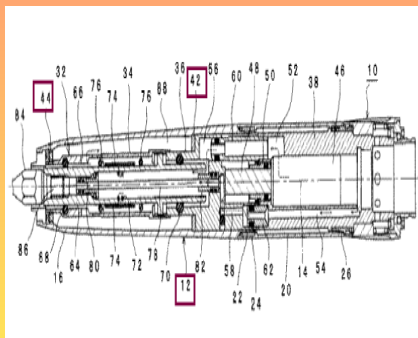
ジャーナルのシリンダーブ
ロックの軸受け

医科歯科用ハンドピース1

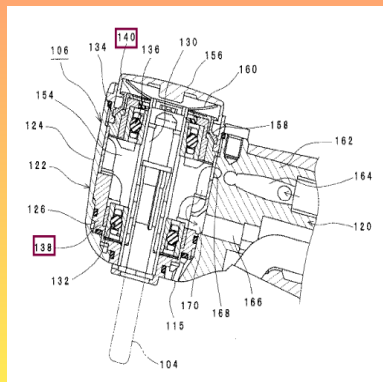


ハンドピースの部分図

医科歯科用ハンドピース1

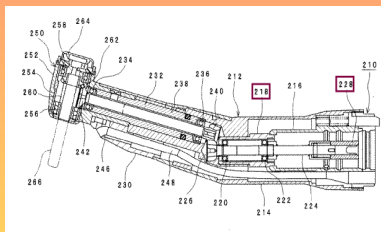


ハンドピースの部分図



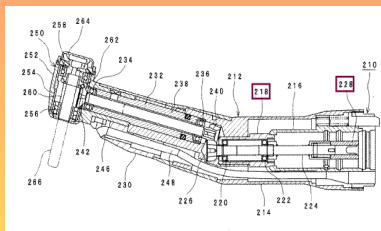
ハンドピースの部分図

医科歯科用ハンドピース 2

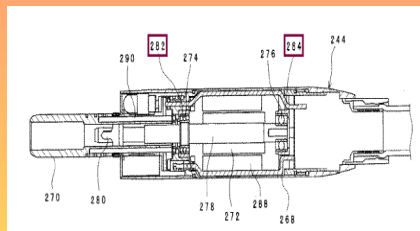


ハンドピースの前部拡大図

医科歯科用ハンドピース2

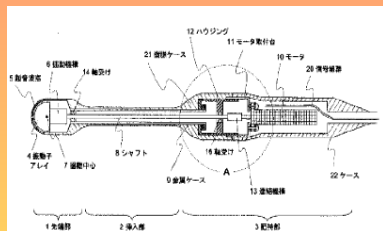


ハンドピースの前部拡大図



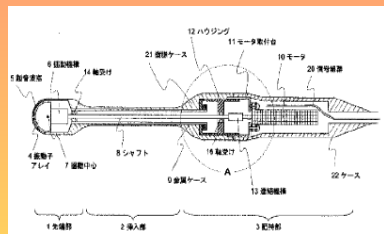
ハンドピースの後部拡大図

超音波探触子 1

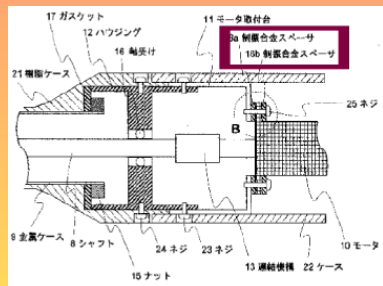


超音波探触子の外観

超音波探触子 1

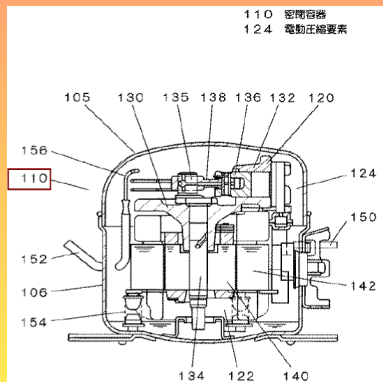


超音波探触子の外観



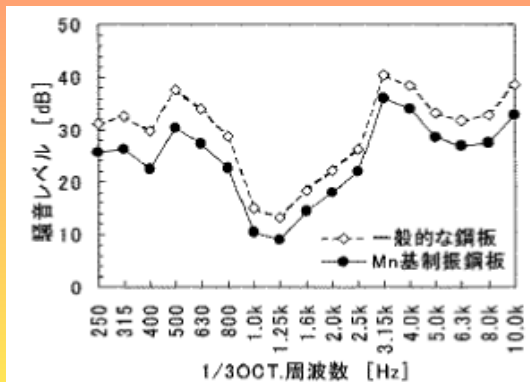
モーター接続部の拡大図

密閉型圧縮機 1



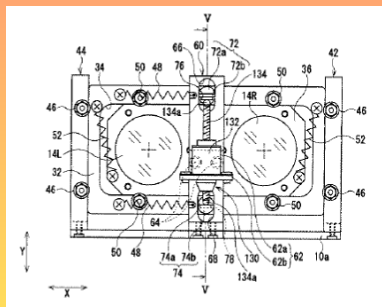
圧縮機とそのカバー

密閉型圧縮機 2



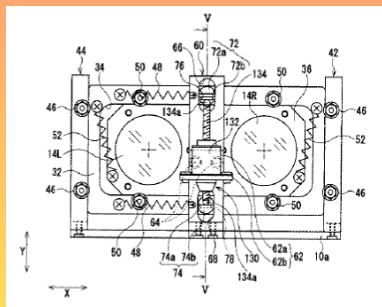
M2052 合金を用いたデータ

像振れ補正装置および光学機器

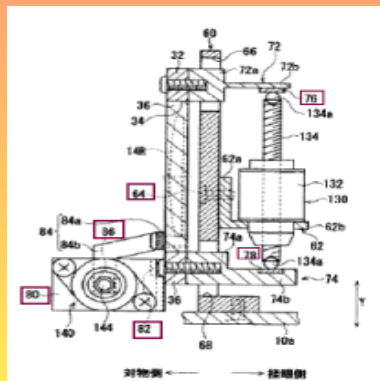


接眼部側から見た補正機構の
平面図

像振れ補正装置および光学機器

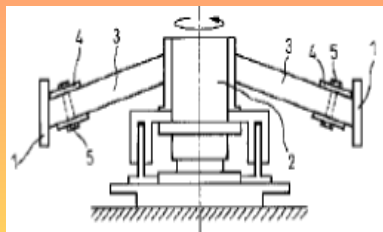


接眼部側から見た補正機構の
平面図

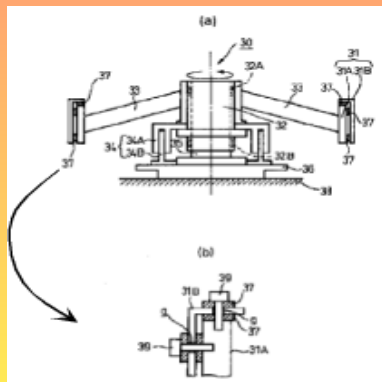


その平面図の V-V 断面図

人工衛星のフライホイール

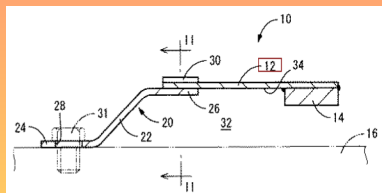


従来のフライホイール



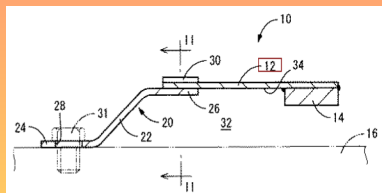
新機能のフライホイール

自動車のダイナミックダンパ

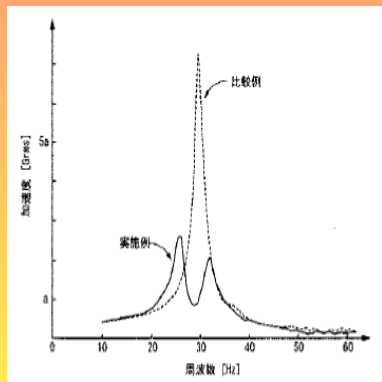


ダイナミックダンパの例

自動車のダイナミックダンパ

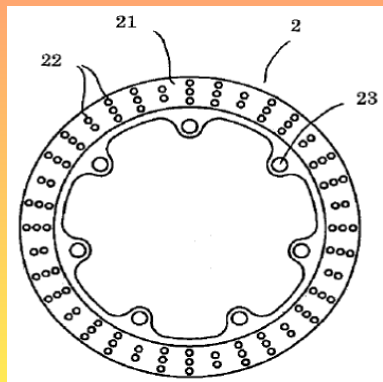


ダイナミックダンパの例



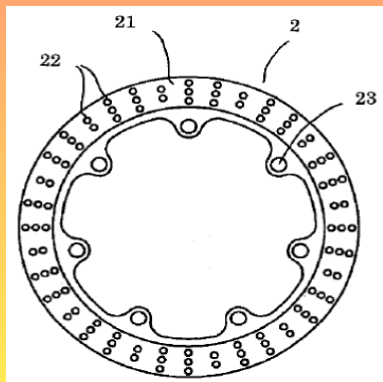
制振対策成功の一例

ブレーキディスク 1

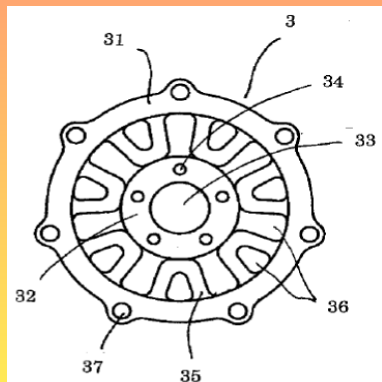


ディスク

ブレーキディスク 1

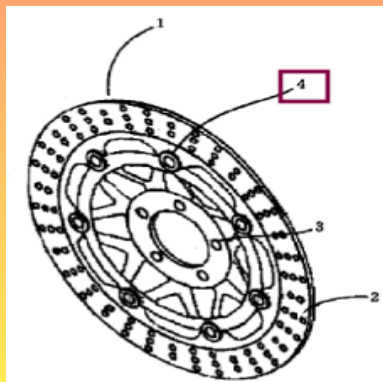


ディスク



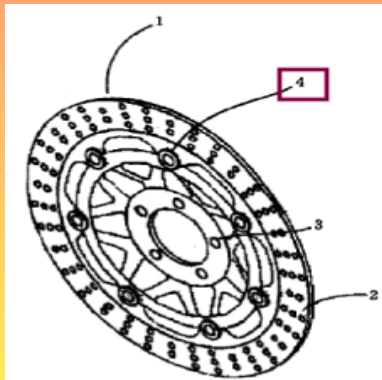
ハット

ブレーキディスク 2

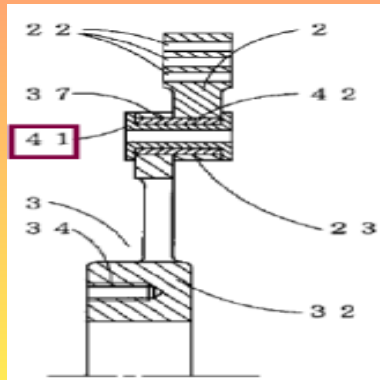


全体図

ブレーキディスク 2



全体図



連結部の断面

Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ**
- 9 参考書

どんな分野で使われているか

- 音響界 音質追求、画像改善、デジタル信号の向上、CD-ROM/DVD など

どんな分野で使われているか

- 音響界 音質追求、画像改善、デジタル信号の向上、CD-ROM/DVD など
- 機械分野 旋盤、研削盤、穿孔機、

どんな分野で使われているか

- 音響界 音質追求、画像改善、デジタル信号の向上、CD-ROM/DVD など
- 機械分野 旋盤、研削盤、穿孔機、
- 精密機器分野 精密 γ 線検出器、重力波望遠鏡、超音波流量計など

どんな分野で使われているか

- 音響界 音質追求、画像改善、デジタル信号の向上、CD-ROM/DVD など
- 機械分野 旋盤、研削盤、穿孔機、
- 精密機器分野 精密 γ 線検出器、重力波望遠鏡、超音波流量計など
- スポーツ業界 ゴルフ・ヘッド、テニス・ラケットなど

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応
 - 鋳物 ⇒ 大型鋳物、鋳ぐるみ、精密鋳造鋳物

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応
 - 鋳物 ⇒ 大型鋳物、鋳ぐるみ、精密鋳造鋳物
 - 熱間・冷間加工、鍛造、冷間圧延、転造

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応
 - 鋳物 ⇒ 大型鋳物、鋳ぐるみ、精密鋳造鋳物
 - 熱間・冷間加工、鍛造、冷間圧延、転造
 - 細線、コイル、パイプ、厚板、薄板、箔、粉末、塗料

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応
 - 鋳物 ⇒ 大型鋳物、鋳ぐるみ、精密鋳造鋳物
 - 熱間・冷間加工、鍛造、冷間圧延、転造
 - 細線、コイル、パイプ、厚板、薄板、箔、粉末、塗料
 - 溶接 (TIG、レーザー、電子、スポット)、半田付け、ろう付け

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応
 - 鋳物 ⇒ 大型鋳物、鋳ぐるみ、精密鋳造鋳物
 - 熱間・冷間加工、鍛造、冷間圧延、転造
 - 細線、コイル、パイプ、厚板、薄板、箔、粉末、塗料
 - 溶接 (TIG、レーザー、電子、スポット)、半田付け、ろう付け
 - 切削、穿孔、研磨、エッチング微細加工

優れた成形加工性に基づいた豊富なオブジェクトの取得

- 製造条件次第でゴム並みの制振性能
- 構造部材としての強度を具備する材料
- 形状・製法・サイズは要望に対応
 - 鋳物 ⇒ 大型鋳物、鋳ぐるみ、精密鋳造鋳物
 - 熱間・冷間加工、鍛造、冷間圧延、転造
 - 細線、コイル、パイプ、厚板、薄板、箔、粉末、塗料
 - 溶接 (TIG、レーザー、電子、スポット)、半田付け、ろう付け
 - 切削、穿孔、研磨、エッチング微細加工
 - メッキ (銅、銀、金)、硬質・軟・黒色メッキ

今後に波及が予想される産業界

- 自動車 (現行以外に電気・燃料自動車)、鉄道、船舶、道路、航空宇宙産業、変電所、プラント

今後に波及が予想される産業界

- 自動車 (現行以外に電気・燃料自動車)、鉄道、船舶、道路、航空宇宙産業、変電所、プラント
- ロボット、光学機器、超精密加工技術、スポーツ器具

今後に波及が予想される産業界

- 自動車 (現行以外に電気・燃料自動車)、鉄道、船舶、道路、航空宇宙産業、変電所、プラント
- ロボット、光学機器、超精密加工技術、スポーツ器具
- 建設・建築 ⇒ 免震対策、床騒音・家屋内外の静粛

今後に波及が予想される産業界

- 自動車 (現行以外に電気・燃料自動車)、鉄道、船舶、道路、航空宇宙産業、変電所、プラント
- ロボット、光学機器、超精密加工技術、スポーツ器具
- 建設・建築 ⇒ 免震対策、床騒音・家屋内外の静粛
- 公害対策 ⇒ 高速回転体騒音、白蟻病など

今後に波及が予想される産業界

- 自動車 (現行以外に電気・燃料自動車)、鉄道、船舶、道路、航空宇宙産業、変電所、プラント
- ロボット、光学機器、超精密加工技術、スポーツ器具
- 建設・建築 ⇒ 免震対策、床騒音・家屋内外の静粛
- 公害対策 ⇒ 高速回転体騒音、白蟻病など
- その他 (医療機器、シーリングなど)

優れた制振性と多様なオブジェクトが相俟って 今までにない応用が可能

- 対策に新機能を導入し打開 (ブレイクスルー)

優れた制振性と多様なオブジェクトが相俟って 今までにない応用が可能

- 対策に新機能を導入し打開 (ブレークスルー)
- 構造の簡素化 (工程短縮、軽量・小型化)

優れた制振性と多様なオブジェクトが相俟って 今までにない応用が可能

- 対策に新機能を導入し打開 (ブレークスルー)
- 構造の簡素化 (工程短縮、軽量・小型化)
- 将来への達観と工夫によって新技術分野の創成

Outline

- 1 ゴムとその問題点
- 2 制振合金への期待とその問題点
- 3 M2052 の開発とその制振メカニズム
- 4 M2052 の性質
- 5 使い方
- 6 いくつかの実施例
 - 音響
 - 工作機械
 - 精密機器
 - その他の精密機器関係
- 7 特許に見られる M2052 合金の認知度
- 8 まとめ
- 9 参考書

reference 1

- 川原浩司 :特許第 2849698 号、平成 11 年 (1999)
- 川原浩司ら:日本金属学会誌、57(1993),1089
- 川原浩司ら:日本金属学会誌、57(1993),1097
- K.Kawahara:(invited Lecture)Proc.2nd High-Damping Materials, Sep.10 2005,Kyoto,*Application of high-damping alloy to precision instrument*
- 川原浩司:日本金属学会 2001 年秋期講演会九州産大 (招待講演)、“制振材料進歩と現状”
- 川原浩司:日本金属学会 2003 年秋期講演会千葉大 (招待講演)、“制振合金 M2052 の応用とその動向”
- 川原浩司、殷福星: 真空 (J.Vacuum), vol.42, pp.11-17, 1999
- 川原浩司: 金属プレス, vol.32, pp.17-26, 2001
- 川原浩司、殷福星: 日本学術振興会未来開拓学術研究高減衰能材料研究プロジェクト,2000 年,9 月,37
- 川原浩司、殷福星: 制振工学会会報, vol.13, pp.87-100, 2001
- 川原浩司 : 工業材料, vol.52, Nrs.2/9, Feb/Sept. 2004
- 川原浩司 : 工業材料, vol.54,Nrs.9,Sep.2006

reference 2

- 川原浩司: 機械と工具, vol.48, Nrs.10 and 12, Nov and Dec. 2004, vol.49, No.1, Jan. 2004
- 福原幹夫、殷福星、川原浩司: *physica status solidi(a)*, 201(2004)454
- T.Tanji, S.Moriwaki, N.Mio, et al.: *J.Alloys and Compounds*, 355(2003)207-210
- 丹治亮: 東大大学院修士論文, 2003 年
- N.Mio, T.Tanji, S.Moriwaki: *Class.Quantum Grav.*, 19(2002)1647-1654
- 三尾典克: 高性能制振材料による極限防振技術の開発、平成 11・12 年度科学研究費補助金基盤研究 (B)(2) 研究成果報告書、平成 13 年 11 月、東京大学大学院新領域創成科学研究科
および、三尾典克: <ftp://gogyou.t.u.-tokyo.ac.jp/pub/mio/m2052-report.pdf>
- K.Tsubono: *J.Alloy and Compound*, 355(2003), 224
- 平成 15 年度創造技術研究開発事業報告書「平面研削盤の高精度化のための制振合金 M2052 の応用についての研究」((株) セイシンと職業能力開発総合大学校との共同研究)、あるいは、岡部真幸ら: 職業能力開発総合大学校紀要, 34A(2005)35, 47