

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3977091号

(P3977091)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int. Cl.			F I		
G05D	19/02	(2006.01)	G05D	19/02	A
F16F	15/02	(2006.01)	F16F	15/02	A
B06B	1/06	(2006.01)	B06B	1/06	Z

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-26676 (P2002-26676)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成14年2月4日(2002.2.4)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-228426 (P2003-228426A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成15年8月15日(2003.8.15)	(74) 代理人	100090538
審査請求日	平成17年2月4日(2005.2.4)		弁理士 西山 恵三
		(74) 代理人	100096965
			弁理士 内尾 裕一
		(72) 発明者	縄田 亮
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		審査官	渡邊 豊英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造物の弾性モード振動の制御装置及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

構造物の弾性モード振動を制御する制御装置であって、
該構造物の表面の弾性モード振動の速度を計測する第1の圧電素子と、
該表面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第2の圧電素子と、
前記第1の圧電素子によって計測された速度に応じた力を前記第2の圧電素子に発生させる第1の補償器と、
該構造物の裏面の弾性モード振動の速度を計測する第3の圧電素子と、
該裏面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第4の圧電素子と、
前記第3の圧電素子によって計測された速度に応じた力を前記第4の圧電素子に発生させる第2の補償器と、
 を有し、

前記第1の圧電素子と前記第2の圧電素子とは、該構造物の表面に、前記第2の圧電素子、前記第1の圧電素子の順に積層され、

前記第3の圧電素子と前記第4の圧電素子とは、該構造物の裏面に、前記第4の圧電素子、前記第3の圧電素子の順に積層されている、

ことを特徴とする制御装置。

【請求項2】

前記第2の圧電素子と前記第4の圧電素子とを該構造物の弾性モード振動の腹となる部分に配したことを特徴とする請求項1記載の制御装置。

10

20

【請求項 3】

該弾性モード振動は高次の弾性モード振動であることを特徴とする請求項 2 記載の制御装置。

【請求項 4】

該構造物の位置を計測する位置計測手段と、
該構造物に外部から力を印加する駆動手段と、
前記位置計測手段によって計測された位置に応じた力を前記駆動手段に発生させる補償器とを有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 5】

構造物の弾性モード振動を制御する制御方法であって、
第 1 の圧電素子を用い、該構造物の表面の弾性モード振動の速度を計測する工程と、
該表面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第 2 の圧電素子を用い、該計測された表面の弾性モード振動の速度に基づいて該表面の弾性モード振動を制御する工程と、
第 3 の圧電素子を用い、該構造体の裏面の弾性モード振動の速度を計測する工程と、
該裏面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第 4 の圧電素子を用い、該計測された裏面の弾性モード振動の速度に基づいて該裏面の弾性モード振動を制御する工程と、
を有し、

10

該第 1 の圧電素子と該第 2 の圧電素子とは、該構造物の表面に、該第 2 の圧電素子、該第 1 の圧電素子の順に積層され、

20

該第 3 の圧電素子と該第 4 の圧電素子とは、該構造物の裏面に、該第 4 の圧電素子、該第 3 の圧電素子の順に積層されている、
ことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、構造物の弾性モード振動を制御する制御装置及び制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

構造物の弾性モード振動を制御する方法としては、制御対象である構造物の弾性モード振動の速度を計測して、その速度に応じた制御力を駆動装置に出力することにより、構造物の弾性モード振動を制御する速度フィードバック制御則が知られている。

30

【0003】

例えば、特開 2001 - 148341 号公報（以下文献 1）には、図 12 に示すように、フランジの両面のほぼ同じ位置に駆動手段として圧電素子 3a, 3b を備え、圧電素子 3a, 3b をそれぞれ逆相で同時に作動させることで、フランジの振動を制御することが可能であると報告されている。

【0004】

又、圧電フィルムセンサ/アクチュエータによる梁の振動制御（日本機械学会論文集（C 編）65 巻 633 号）（以下文献 2）では、図 13 に示すように、構造物を片持ち梁とし、片持ち梁の表面に弾性モード振動を計測するための計測手段として圧電フィルム 2a と、同じく片持ち梁の表面に弾性モード振動を制御するための駆動手段として圧電素子 3a と、圧電素子 2a が計測した歪速度に応じた制御力を圧電素子 3a に出力する制御手段 4a から成る制御方法が報告されている。

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、文献 1 に示される構成では、図 6 に示すような構造物の伸縮方向への弾性モード振動が発生した場合、図 12 に示す圧電素子 3a と 3b を逆位相で同時に作動させると、前述の伸縮方向の振動を増加させて制御系を不安定にする。

50

【0006】

又、文献2に示される構成では、図7に示すように梁の表面の弾性モード振動だけを制御し、梁の裏面の弾性モード振動を制御することができない。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とする処は、構造物の表面および裏面それぞれの伸縮を制御することができる、構造物の弾性モード振動の制御装置および制御方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、構造物の弾性モード振動を制御する制御装置であって、 10

該構造物の表面の弾性モード振動の速度を計測する第1の圧電素子と、
該表面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第2の圧電素子と、
前記第1の圧電素子によって計測された速度に応じた力を前記第2の圧電素子に発生させる第1の補償器と、

該構造物の裏面の弾性モード振動の速度を計測する第3の圧電素子と、
該裏面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第4の圧電素子と、
前記第3の圧電素子によって計測された速度に応じた力を前記第4の圧電素子に発生させる第2の補償器と、

を有し、 20

前記第1の圧電素子と前記第2の圧電素子とは、該構造物の表面に、前記第2の圧電素子、前記第1の圧電素子の順に積層され、

前記第3の圧電素子と前記第4の圧電素子とは、該構造物の裏面に、前記第4の圧電素子、前記第3の圧電素子の順に積層されている、
 ことを特徴とする。

また、本発明は、構造物の弾性モード振動を制御する制御方法であって、
第1の圧電素子を用い、該構造物の表面の弾性モード振動の速度を計測する工程と、
該第1の圧電素子に積層され、該表面に配され、かつ該表面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第2の圧電素子を用い、該計測された表面の弾性モード振動の速度に基づいて該表面の弾性モード振動を制御する工程と、 30

第3の圧電素子を用い、該構造体の裏面の弾性モード振動の速度を計測する工程と、
該第3の圧電素子に積層され、該裏面に配され、かつ該裏面の弾性モード振動を制御するための力を発生する第4の圧電素子を用い、該計測された裏面の弾性モード振動の速度に基づいて該裏面の弾性モード振動を制御する工程と、
 を有し、

該第1の圧電素子と該第2の圧電素子とは、該構造物の表面に、該第2の圧電素子、該第1の圧電素子の順に積層され、

該第3の圧電素子と該第4の圧電素子とは、該構造物の裏面に、該第4の圧電素子、該第3の圧電素子の順に積層されている、

ことを特徴とする。 40

【0009】

このような構成を用いることにより、図6に示すような伸縮方向への弾性モード振動を制御することができ、更に、構造物の表面にだけ弾性モード振動の制御装置を有する場合に比べて、より効果的に構造物の弾性モード振動を制御することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

【0011】

<実施の形態1>

図1に示すように、梁を構造物1として、梁の表面に、弾性モード振動を計測するための 50

計測手段 2 a と、弾性モード振動を制御するための駆動手段 3 a を備え、補償器 4 a は計測手段 2 a が計測した速度成分に応じた制御力を駆動手段 3 a に出力する。更に、梁の裏面にも、弾性モード振動を計測するための計測手段 2 b と、弾性モード振動を制御するための駆動手段 3 b を備え、補償器 4 b は計測手段 2 b が計測した速度成分に応じた制御力を駆動手段 3 b に出力する。ここでは、補償器 4 a , 4 b として例えばゲイン補償を用いた。

【 0 0 1 2 】

図 1 の加振点 9 から計測点 1 0 への力から変位への伝達特性を図 8 に示す。図 8 の破線は、弾性モード振動を制御しなかった場合の梁の力から変位への伝達特性を示している。弾性モード振動の共振点が高いピークをもっている。

10

【 0 0 1 3 】

図 8 の点線は、梁の表面にだけ弾性モード振動を検出するための計測手段 2 a と、弾性モード振動を制御するための駆動手段 3 a と、補償器 4 a を備えた、文献 2 で示される従来技術による弾性モード振動の制御手段を行った場合の梁の力から変位への伝達特性を示している。弾性モード振動のピークが抑えられてはいるが、未だピークが残っている。図 8 の実線は、実施例 1 を施した場合の梁の伝達特性を示している。点線の従来技術に比べて、弾性モード振動のピークが更に抑えられている。

【 0 0 1 4 】

< 実施の形態 2 >

図 2 に示すように、実施の形態 1 に示す構成を図 5 に示す 2 次の弾性モード振動の腹となる部分に 2 組設けることにより、1 次と 2 次の弾性モード振動を同時に減衰させることが可能になる。図 2 の加振点 9 から計測点 1 0 への力から変位への伝達特性を図 8 に示す。

20

【 0 0 1 5 】

図 9 の破線は、弾性モード振動を制御しなかった場合の梁の力から変位への伝達特性を示している。図 9 の点線は、実施の形態 1 を施した場合の梁の伝達特性を示している。2 次の弾性モード振動を減衰することができていない。図 9 の実線は、実施の形態 2 を施した場合の梁の伝達特性を示している。1 次と 2 次の弾性モード振動のピークが抑えられている。

【 0 0 1 6 】

< 実施の形態 3 >

図 3 は実施の形態 1 に示す構成に、梁の剛体振動を制御する制御系を追加したものである。梁の剛体振動は、基準位置 5 から剛体振動を計測する計測手段 6 a , 6 b により、梁の Z 軸方向への位置及び Y 軸回りの回転を計測し、この計測結果に応じた制御力を補償器 8 が駆動手段 7 a , 7 b に発生することにより、制御される。ここでは、補償器 8 として例えば P I D 補償器を用いた。

30

【 0 0 1 7 】

図 1 0 の点線は、梁の表面にだけ弾性モード振動を検出するための計測手段 2 a と、弾性モード振動を制御するための駆動手段 3 a と補償器 4 a を備えた、文献 2 で示される従来技術による弾性モード振動の制御手段を行った場合の Y 軸回りの回転の伝達特性を示している。1 次の弾性モード振動のピークが残っているため、剛体振動を制御する制御系のサーボ帯域を 6 0 0 [H z] までしか上げることができない。

40

【 0 0 1 8 】

図 1 0 の実線は、実施の形態 3 における Y 軸回りの回転の伝達特性を示している。従来技術に比べて 1 次の弾性モードのピークが抑えられ、剛体振動を制御する制御系のサーボ帯域を 1 1 0 0 [H z] まで上げることが可能になっている。

【 0 0 1 9 】

< 実施の形態 4 >

図 4 は実施の形態 2 に示す構成に、梁の剛体振動を制御する制御系を追加したものである。梁の剛体振動は、基準位置 5 から剛体振動を計測する計測手段 6 a , 6 b により、梁の Z 軸方向への位置及び Y 軸回りの回転を計測し、この計測結果に応じた制御力を補償器 8

50

が駆動手段 7 a , 7 b に発生することにより、制御される。

【 0 0 2 0 】

図 1 1 の点線は、梁の表面にだけ弾性モード振動を検出するための計測手段 2 a と、弾性モード振動を制御するための駆動手段 3 a と、補償器 4 a を備えた、文献 2 で示される従来技術による弾性モード振動の制御手段を行った場合の Y 軸回りの回転の伝達特性を示している。1 次の弾性モード振動のピークが残っているため、剛体振動を制御する制御系のサーボ帯域を 2 5 0 [H z] までしか上げることができない。

【 0 0 2 1 】

図 1 1 の実線は、実施の形態 4 における Y 軸回りの回転の伝達特性を示している。従来技術に比べて 1 次の弾性モードのピークが抑えられ、剛体振動を制御する制御系のサーボ帯域を 5 0 0 [H z] まで上げることが可能になっている。

10

【 0 0 2 2 】

< 実施の形態 5 >

実施の形態 1 の計測手段 2 a , 2 b 及び駆動手段 3 a , 3 b に圧電素子を用いることができる。

【 0 0 2 3 】

< 実施の形態 6 >

実施の形態 2 の計測手段 2 a , 2 b , 2 c , 2 d 及び駆動手段 3 a , 3 b , 3 c , 3 d に圧電素子を用いることができる。

【 0 0 2 4 】

20

< 実施の形態 7 >

実施の形態 3 の計測手段 2 a , 2 b 及び駆動手段 3 a , 3 b に圧電素子を用いることができる。

【 0 0 2 5 】

< 実施の形態 8 >

実施の形態 4 の計測手段 2 a , 2 b , 2 c , 2 d 及び駆動手段 3 a , 3 b , 3 c , 3 d に圧電素子を用いることができる。

【 0 0 2 6 】

【 発明の効果 】

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、構造物の表面および裏面それぞれの伸縮を制御することができるという効果が得られる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 梁の弾性モード振動を制御する場合の構成を示す図である。

【 図 2 】 梁の複数の弾性モード振動を制御する場合の構成を示す図である。

【 図 3 】 梁の弾性モード振動と剛体振動とを制御する場合の構成を示す図である。

【 図 4 】 梁の複数の弾性モード振動と剛体振動とを制御する場合の構成を示す図である。

【 図 5 】 梁の弾性モード振動を示す図である。

【 図 6 】 梁の伸縮方向への弾性モード振動を示す図である。

【 図 7 】 梁の伸縮方向への弾性モード振動を示す図である。

【 図 8 】 梁の弾性モード振動を制御した場合の力から変位への伝達特性を示す図である。

40

【 図 9 】 梁の複数の弾性モード振動を制御した場合の力から変位への伝達特性を示す図である。

【 図 1 0 】 梁の弾性モード振動と剛体振動を制御した場合の Y 軸回りの回転の伝達特性を示す図である。

【 図 1 1 】 梁の複数の弾性モード振動と剛体振動を制御した場合の Y 軸回りの回転の伝達特性を示す図である。

【 図 1 2 】 特開 2 0 0 1 - 1 4 8 3 4 1 号公報に示された実施例を示す図である。

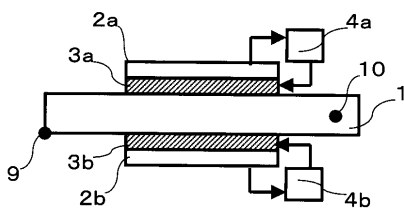
【 図 1 3 】 圧電フィルムセンサ/アクチュエータによる梁の振動制御に示された実施例を示す図である。

【 符号の説明 】

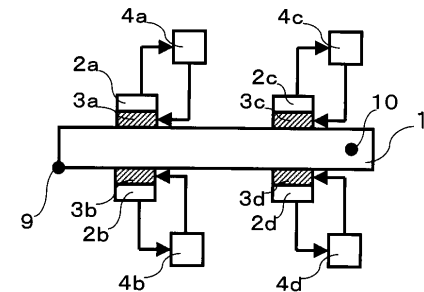
50

- 1 構造物
- 2 a ~ 2 d 弾性モード振動を計測する計測手段
- 3 a ~ 3 d 弾性モード振動を制御する駆動手段
- 4 a ~ 4 d 弾性モード振動を制御する制御手段
- 5 基準位置
- 6 a , 6 b 剛体振動を計測する計測手段
- 7 a , 7 b 剛体振動を制御する駆動手段
- 8 剛体振動を制御する制御手段
- 9 加振点
- 10 計測点
- 11 フランジ

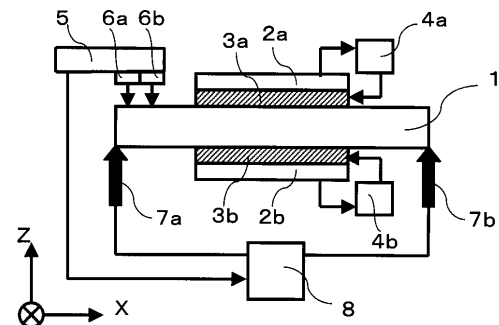
【 図 1 】



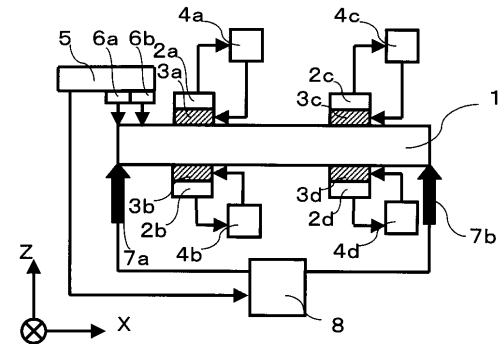
【 図 2 】



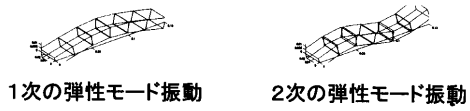
【 図 3 】



【 図 4 】



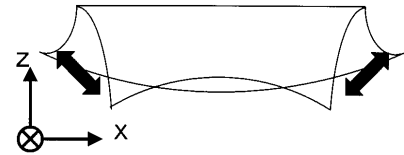
【 図 5 】



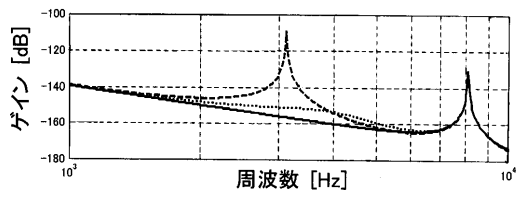
【 図 6 】



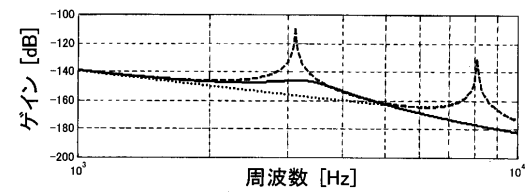
【 図 7 】



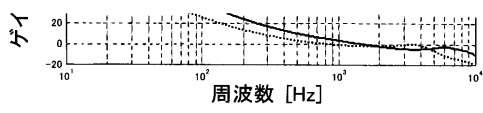
【 図 8 】



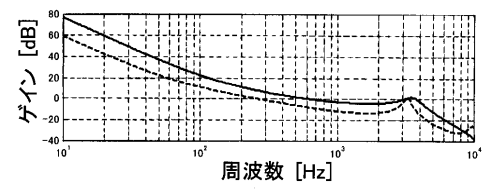
【 図 9 】



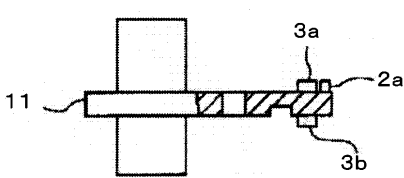
【 図 10 】



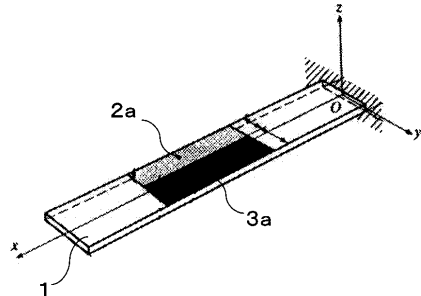
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 021436 (JP, A)
特開2000 - 311019 (JP, A)
特開2001 - 099228 (JP, A)
特開平11 - 094014 (JP, A)
特開平01 - 098723 (JP, A)
特開平09 - 277992 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 19/02,
F16F 15/02,
B06B 1/06