

114 年嘉義縣第 13 屆青少年發明展覽會作品說明書及專利查詢

作品名稱	磁流三重防護-新世代智慧緩撞系統			
學籍分組	☒ 國小組		☐ 國中組	☐ 高中職組
參賽類組	☒ 災害應變		☐ 運動休閒	☐ 綠能科技 ☐ 健康照護
作品規格	寬：50 cm	高：40 cm	深： 30cm	重量：3kg

摘要說明

一、 作品名稱：磁流三重防護-新世代智慧緩撞系統

二、 作品設計/創作動機與目的

（一）創作動機

今年暑假嘉義縣棒球隊在外縣市移地訓練途中，因未能及時減速而發生追撞工程緩撞車的重大事故。我們學校也同樣設有棒球隊，深知這類事件不僅造成嚴重的人員傷亡，更暴露出現行道路防護設施的侷限。傳統的防撞裝置必須在實際碰撞發生後，才能透過潰縮結構吸收能量，對高速衝擊的防護效果仍顯不足。

本作品的設計動機，正是希望突破這樣的防護瓶頸，改變現有「碰撞後吸能」的被動思維，提出一個兼具「主動預防」與「被動保護」的多層次智慧防撞系統。我們期望打造一套能在事故發生之前即主動介入減速、於撞擊瞬間高效吸能、並在極端狀況下提供最後防線的綜合性解決方案，為駕駛與工程人員的安全建立更全面的守護機制。

（二）作品設計

本作品設計以「多層次智慧防撞系統」為核心，透過感測→主動→半主動→被動的逐層防護機制，全面提升防撞效能。設計架構如下

1. 前端偵測系統

配置感應器，即時監控後方車流速度與距離。自動判定是否存在高速異常接近的車輛，作為觸發條件。

2. 第一層防護：主動磁斥減速系統（磁力學）

於防撞車後端安裝多節式電磁鐵模組。當偵測到危險接近時，瞬間釋放強大磁斥力，對後方車輛產生「非接觸式減速」效果。提供「提前介入」的主動防禦機制。

3. 第二層防護：智慧流體吸能模組（流體力學）

採用封裝式非牛頓流體緩撞裝置。在低速碰撞時維持柔軟以減少車體損壞；高速撞擊時瞬間硬化，將能量分散於整個緩撞裝置表面，智慧調整吸能效果。

4. 第三層防護：仿生蜂巢潰縮結構（仿生學）

以高強度鋁合金製成六角蜂巢狀結構，模擬自然界的高效率能量吸收方式。碰撞時逐層可控潰縮，如手風琴般穩定吸能，確保系統最後一道防線的可靠性。

（三）作品目的：

1. 降低事故致死率：透過磁力斥退與智慧流體的組合，大幅提升事故發生時的生存機率。
2. 強化多層次防護：結合主動磁斥、非牛頓流體吸能、仿生蜂巢潰縮三重機制，形成漸進式的能量化解。
3. 建立新防撞思維：將「非接觸式減速」導入道路安全領域，為未來的公共工程防護設施提供一個嶄新的設計典範。

三、作品效用與操作方法

（一）作品效用

透過「主動、半主動、被動」三階段防護設計，達成以下效益：

1. 非接觸式減速，預防事故發生
系統在碰撞發生前主動介入，藉由磁力斥退技術，提前進行減速，爭取時間。
2. 動態吸能，降低撞擊傷害
非牛頓流體可依撞擊速度自動調整黏滯性，輕微撞擊時柔軟緩衝，高速撞擊時瞬間硬化吸能，最大化能量分散效果，減少車體與乘員受損。
3. 結構潰縮，提供最終防線
仿生蜂巢結構能在極端撞擊下穩定潰縮，形成最終安全屏障。
4. 智慧監控與自動化
可即時監測後方車速，自動啟動相應防護層級，自動化運作減少人為誤差。

（二）操作方法

1. 感測與判斷階段
系統內建超音波雷達與紅外線模組，持續監測後方車輛距離與速度。當偵測到異常高速接近，arduino 模組自動判定為高風險狀況並觸發防護程式。
2. 主動防護階段（磁斥力減速）
電磁模組即時啟動，釋放磁場形成強大斥力區。透過非接觸式磁力作用，渦電流的「磁阻效應」，使後方車輛在接觸前即受到反推減速，減少實際撞擊動能。
3. 半主動防護階段（非牛頓流體吸能）
若後方車輛仍持續接近並發生碰撞，流體裝置內物質受高速衝擊瞬間硬化。流體分子結構改變，將動能均勻分散至整個裝置，避免局部集中受力。
4. 被動防護階段（仿生蜂巢潰縮）
若衝擊能量超過流體裝置吸收上限，蜂巢結構開始穩定潰縮。透過層層塌陷吸收最後殘餘能量，確保車輛與人員安全。

四、 其他考量因素

本系統之電磁鐵模組僅設定於緩撞車端，一般行駛車輛無須額外裝設，以避免系統普及時因雙邊裝置而造成成本過高與維修負擔。雖然後方車輛未配備磁力元件，但由於車體本身多為金屬導體材質，當其高速進入電磁鐵所產生的變動磁場時，會依據渦電流原理在車體內部感生電流。此感應電流產生的反向磁場能即時形成非接觸式的磁阻力，有效降低車速並分散部分動能，達成減速與緩衝的防護效果。

五、作品的傑出特性與創意特質

1. 首創「非接觸式減速」防撞概念

傳統防撞設施皆屬「被動吸能」系統，僅能在碰撞發生後緩解衝擊。本作品創新地結合電磁斥力原理，使防撞裝置能在「碰撞前」即主動介入減速，有效降低實際撞擊。

2. 三階段智慧防護架構

結合磁斥力（主動）、非牛頓流體（半主動）、蜂巢結構（被動）形成漸進式防護鏈。三種機制，能量化解效率遠高於單一系統。

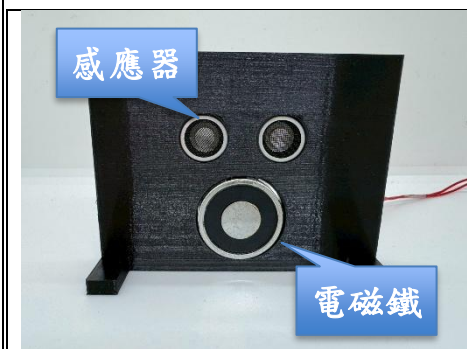
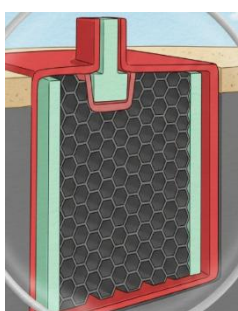
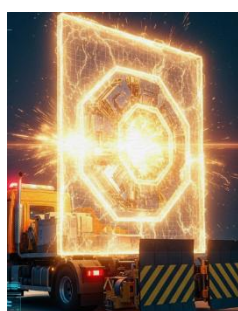
3. 智慧吸能能力

流體防撞使用非牛頓流體材料，可依衝擊速度自動改變黏滯性。面對低速撞擊時保持柔軟，避免車體損傷；面對高速衝擊時瞬間硬化，如固體般吸收巨大能量。

4. 仿生蜂巢結構能量釋放模式

蜂巢狀潰縮區仿效自然界的能量分散機制，能在極端撞擊下逐層塌陷、穩定吸能。蜂巢能同時兼顧剛性與延展性，達到「輕量化、高強度、高吸能」的最佳平衡。

高速異常車輛 磁斥力（主動） 非牛頓流體（半主動） 蜂巢結構（被動）



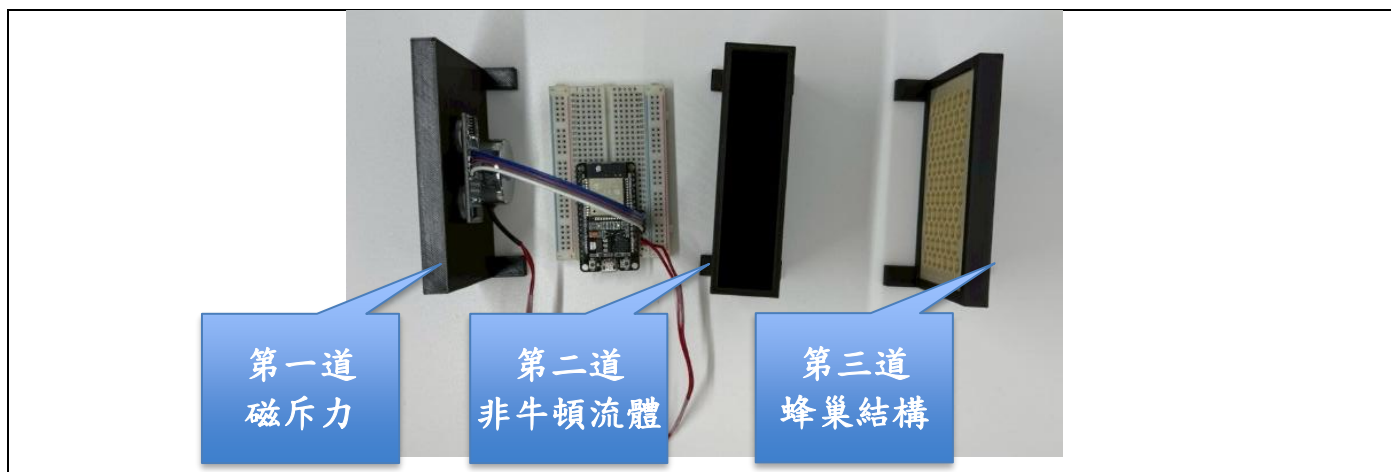
渦電流磁斥力減速剎車



非牛頓流體減速剎車



仿生蜂巢結構減速剎車



作品名稱		磁流三重防護：新世代智慧緩撞系統				
檢索國內外專利 相關關鍵字		本作品以「緩撞」關鍵字檢索，專利檢索結果，雖有名稱相似之專利，但經深入審視其專利申請範圍，結果與本創作無相符及類似處。				
編號	檢索 關鍵字	專利名稱	專利種類	發明人	公告號	公告日
1	緩撞	車輛撞擊緩衝裝置	新型	林煥斌	M643152	2023/06/21
2	緩撞	車輛撞擊緩衝裝置	新型	林煥斌	M548098	2017/09/01

- 這是一種車輛防撞緩衝裝置，由彎弧形防撞條、多個滾輪及卸力帶組成。防撞條固定在車身上，位於前或後保桿外側，滾輪分佈在防撞條上，卸力帶繞過滾輪形成一圈。當車輛受到撞擊時，彎弧形防撞條能讓撞擊力滑開，滾輪會隨之轉動分散力量，而卸力帶被擠壓後帶動滾輪迴圈轉動，使衝擊力被逐步釋放，達到有效減少撞擊損害、提升行車安全的效果。
這項作品屬於「被動機械吸能設計」，解決的是撞後問題；我們的作品「磁流三重防護」屬於「主動智慧防撞架構」，面對的是撞前+撞中+撞後全過程防護。
- 這是一種裝在車輛上的防撞緩衝裝置，用來減少車輛與外部物體發生碰撞時的衝擊力，降低雙方的損壞。它的特色是具備「滑移結構」，能在撞擊時改變力量的方向，分散衝擊力，減少兩者之間的對撞與反作用力。藉由這樣的設計，不僅能達到良好的防護效果，同時也能以較低的成本實現高效的撞擊防護。滑移裝置著重於力道的轉向與分散，屬於撞後緩衝；而我們的系統則強調能量的控制與時間軸的前置介入，屬於全程防護。滑移裝置的原理單純、適合低速碰撞，設計則能涵蓋高速情境並具備延伸至智慧車與自駕系統的潛力。

